

#2

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Masaya KINOSHITA et al.
International Application No.: PCT/JP03/13237
International Filing Date: October 16, 2003
For: FLICKER REDUCTION METHOD, IMAGE PICKUP
DEVICE AND FLICKER REDUCTION CIRCUIT

745 Fifth Avenue
New York, NY 10151

EXPRESS MAIL

Mailing Label Number: EV723350922US

Date of Deposit: May 16, 2005

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" Service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to Mail Stop PCT, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Charles Jackson
(Typed or printed name of person mailing paper or fee)

Charles Jackson
(Signature of person mailing paper or fee)

CLAIM OF PRIORITY UNDER 37 C.F.R. § 1.78(a)(2)

Mail Stop PCT
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Pursuant to 35 U.S.C. 119, this application is entitled to a claim of priority to Japanese Application Nos. 2002-333158 and 2003-173642 filed 18 November 2002 and 18 June 2003.

Respectfully submitted,

FROMMER LAWRENCE & HAUG LLP
Attorneys for Applicants

By: William S. Frommer
William S. Frommer
Reg. No. 25,506
Tel. (212) 588-0800

BEST AVAILABLE COPY

10/535 114
Rec'd PCT/PTO 16 MAY 2005
PCT/JP03/13237 #2

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

16.10.03

RECEIVED
04 DEC 2003
WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載している事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 1 8 日
Date of Application:

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 3 3 1 5 8
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 3 3 1 5 8]

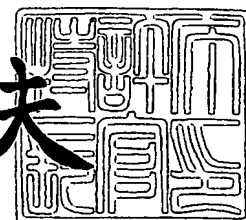
出 願 人 ソニー株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 1 月 2 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0290629709

【提出日】 平成14年11月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/335

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 木下 雅也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 中村 真備

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091546

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 正美

【電話番号】 03-5386-1775

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 048851

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710846

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 フリッカ低減方法、撮像装置およびフリッカ低減回路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

蛍光灯照明下で X Y アドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる映像信号または輝度信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する方法であって、

前記映像信号または前記輝度信号を入力画像信号として、その入力画像信号を 1 水平周期以上の時間に渡って積分する工程と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する工程と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する工程と、

その抽出したスペクトルからフリッカ成分を推定する工程と、

その推定したフリッカ成分を打ち消すように、推定したフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する工程と、

を備えるフリッカ低減方法。

【請求項 2】

蛍光灯照明下で X Y アドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる各色の色信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する方法であって、

前記各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を 1 水平周期以上の時間に渡って積分する工程と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する工程と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する工程と、

その抽出したスペクトルからフリッカ成分を推定する工程と、

その推定したフリッカ成分を打ち消すように、推定したフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する工程と、

を備えるフリッカ低減方法。

【請求項 3】

蛍光灯照明下で X Y アドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる輝度信号および各色の色信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する方法であって、

前記輝度信号および前記各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を 1 水平周期以上の時間に渡って積分する工程と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する工程と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する工程と、

その抽出したスペクトルからフリッカ成分を推定する工程と、

その推定したフリッカ成分を打ち消すように、推定したフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する工程と、

を備えるフリッカ低減方法。

【請求項 4】

請求項 1～3 のいずれかのフリッカ低減方法において、

前記正規化工程では、前記差分値を連続する複数フィールドまたは複数フレームにおける積分値の平均値で除算するフリッカ低減方法。

【請求項 5】

請求項 1～3 のいずれかのフリッカ低減方法において、

前記正規化工程では、前記積分値を連続する複数フィールドまたは複数フレームにおける積分値の平均値で除算し、その除算結果から所定値を減算するフリッカ低減方法。

【請求項 6】

請求項 1～3 のいずれかのフリッカ低減方法において、

前記正規化工程では、前記差分値を前記積分値で除算するフリッカ低減方法。

【請求項 7】

請求項 1～3 のいずれかのフリッカ低減方法において、

前記スペクトル抽出工程では、正規化後の積分値または差分値をフーリエ変換するフリッカ低減方法。

【請求項 8】

請求項 1～3 のいずれかのフリッカ低減方法において、

前記入力画像信号のレベルが飽和領域にあるか否かを判断し、飽和領域にあると判定したときには、前記入力画像信号を、そのまま出力画像信号として取り出すフリッカ低減方法。

【請求項 9】

請求項 1～3 のいずれかのフリッカ低減方法において、

抽出したスペクトルのレベルから蛍光灯照明下であるか否かを判断し、蛍光灯照明下ではないと判定したときには、前記入力画像信号を、そのまま出力画像信号として取り出すフリッカ低減方法。

【請求項 10】

請求項 1～3 のいずれかのフリッカ低減方法において、

撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化するか否かを判断し、大きく変化するると判定したときには、直前に推定したフリッカ成分、または直前の信号に基づいて推定したフリッカ成分と、前記入力画像信号を演算するフリッカ低減方法。

【請求項 11】

請求項 1～3 のいずれかのフリッカ低減方法において、

フリッカ低減処理が不要な撮影状況であるか否かを判断し、不要な撮影状況であると判定したときには、前記入力画像信号を、そのまま出力画像信号として取り出すフリッカ低減方法。

【請求項 12】

X Y アドレス走査型の撮像素子と、

この撮像素子により被写体を撮影することによって得られる映像信号または輝度信号を入力画像信号として、その入力画像信号を 1 水平周期以上の時間に渡って積分する手段と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する手段と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する手段と、

その抽出されたスペクトルからフリッカ成分を推定する手段と、
その推定されたフリッカ成分を打ち消すように、推定されたフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する手段と、
を備える撮像装置。

【請求項 13】

XYアドレス走査型の撮像素子と、
この撮像素子により被写体を撮影することによって得られる各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する手段と、
その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する手段と、
その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する手段と、
その抽出されたスペクトルからフリッカ成分を推定する手段と、
その推定されたフリッカ成分を打ち消すように、推定されたフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する手段と、
を備える撮像装置。

【請求項 14】

XYアドレス走査型の撮像素子と、
この撮像素子により被写体を撮影することによって得られる輝度信号および各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する手段と、
その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する手段と、
その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する手段と、
その抽出されたスペクトルからフリッカ成分を推定する手段と、
その推定されたフリッカ成分を打ち消すように、推定されたフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する手段と、
を備える撮像装置。

【請求項 15】

請求項 12～14 のいずれかの撮像装置において、
前記正規化手段は、前記差分値を連続する複数フィールドまたは複数フレーム
における積分値の平均値で除算する撮像装置。

【請求項 16】

請求項 12～14 のいずれかの撮像装置において、
前記正規化手段は、前記積分値を連続する複数フィールドまたは複数フレーム
における積分値の平均値で除算し、その除算結果から所定値を減算する撮像装置
。

【請求項 17】

請求項 12～14 のいずれかの撮像装置において、
前記正規化手段は、前記差分値を前記積分値で除算する撮像装置。

【請求項 18】

請求項 12～14 のいずれかの撮像装置において、
前記スペクトル抽出手段は、正規化後の積分値または差分値をフーリエ変換す
る手段である撮像装置。

【請求項 19】

請求項 12～14 のいずれかの撮像装置において、
前記入力画像信号のレベルが飽和領域にあるか否かを判断し、飽和領域にある
と判定したときには、前記入力画像信号を、そのまま出力画像信号として取り出
す手段を備える撮像装置。

【請求項 20】

請求項 12～14 のいずれかの撮像装置において、
前記スペクトル抽出手段によって抽出されたスペクトルのレベルから蛍光灯照
明下であるか否かを判断し、蛍光灯照明下ではないと判定したときには、前記入
力画像信号を、そのまま出力画像信号として取り出す手段を備える撮像装置。

【請求項 21】

請求項 12～14 のいずれかの撮像装置において、
撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化するか否かを判
断し、大きく変化すると判定したときには、前記演算手段に対して、前記フリッ

カ成分推定手段によって直前に推定されたフリッカ成分、または直前の信号に基づいて前記フリッカ成分推定手段によって推定されたフリッカ成分と、前記入力画像信号を演算させる手段を備える撮像装置。

【請求項 2 2】

請求項 1 2 ～ 1 4 のいずれかの撮像装置において、

フリッカ低減処理が不要な撮影状況であるか否かを判断し、不要な撮影状況であると判定したときには、前記入力画像信号を、そのまま出力画像信号として取り出す手段を備える撮像装置。

【請求項 2 3】

蛍光灯照明下で X Y アドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる映像信号または輝度信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する回路であって、

前記映像信号または前記輝度信号を入力画像信号として、その入力画像信号を 1 水平周期以上の時間に渡って積分する手段と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する手段と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する手段と、

その抽出されたスペクトルからフリッカ成分を推定する手段と、

その推定されたフリッカ成分を打ち消すように、推定されたフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する手段と、

を備えるフリッカ低減回路。

【請求項 2 4】

蛍光灯照明下で X Y アドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる各色の色信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する回路であって、

前記各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を 1 水平周期以上の時間に渡って積分する手段と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する手段と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する手段と、
その抽出されたスペクトルからフリッカ成分を推定する手段と、
その推定されたフリッカ成分を打ち消すように、推定されたフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する手段と、
を備えるフリッカ低減回路。

【請求項 25】

蛍光灯照明下で X Y アドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる輝度信号および各色の色信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する回路であって、

前記輝度信号および前記各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を 1 水平周期以上の時間に渡って積分する手段と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する手段と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する手段と、

その抽出されたスペクトルからフリッカ成分を推定する手段と、

その推定されたフリッカ成分を打ち消すように、推定されたフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する手段と、

を備えるフリッカ低減回路。

【請求項 26】

請求項 23～25 のいずれかのフリッカ低減回路において、

前記正規化手段は、前記差分値を連続する複数フィールドまたは複数フレームにおける積分値の平均値で除算するフリッカ低減回路。

【請求項 27】

請求項 23～25 のいずれかのフリッカ低減回路において、

前記正規化手段は、前記積分値を連続する複数フィールドまたは複数フレームにおける積分値の平均値で除算し、その除算結果から所定値を減算するフリッカ低減回路。

【請求項 28】

請求項 23～25 のいずれかのフリッカ低減回路において、

前記正規化手段は、前記差分値を前記積分値で除算するフリッカ低減回路。

【請求項 29】

請求項 23～25 のいずれかのフリッカ低減回路において、

前記スペクトル抽出手段は、正規化後の積分値または差分値をフーリエ変換する手段であるフリッカ低減回路。

【請求項 30】

請求項 23～25 のいずれかのフリッカ低減回路において、

前記入力画像信号のレベルが飽和領域にあるか否かを判断し、飽和領域にあると判定したときには、前記入力画像信号を、そのまま出力画像信号として取り出す手段を備えるフリッカ低減回路。

【請求項 31】

請求項 23～25 のいずれかのフリッカ低減回路において、

前記スペクトル抽出手段によって抽出されたスペクトルのレベルから蛍光灯照明下であるか否かを判断し、蛍光灯照明下ではないと判定したときには、前記入力画像信号を、そのまま出力画像信号として取り出す手段を備えるフリッカ低減回路。

【請求項 32】

請求項 23～25 のいずれかのフリッカ低減回路において、

外部手段の制御によって、前記演算手段に対して、前記フリッカ成分推定手段によって直前に推定されたフリッカ成分、または直前の信号に基づいて前記フリッカ成分推定手段によって推定されたフリッカ成分と、前記入力画像信号を演算させる手段を備えるフリッカ低減回路。

【請求項 33】

請求項 23～25 のいずれかのフリッカ低減回路において、

外部手段の制御によって、前記入力画像信号を、そのまま出力画像信号として取り出す手段を備えるフリッカ低減回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、蛍光灯の照明下でCMOS（相補型金属酸化物半導体）撮像素子などのXYアドレス走査型の撮像素子（イメージャ、イメージセンサ）によって被写体を撮影した場合に撮像素子から得られる映像信号に生じる蛍光灯フリッカを低減する方法、CMOS撮像素子などのXYアドレス走査型の撮像素子を用いたビデオカメラやデジタルスチルカメラなどの撮像装置、および、その撮像装置に用いるフリッカ低減回路に関する。

【0002】

【従来の技術】

商用交流電源によって直接点灯される蛍光灯の照明下で、ビデオカメラによって被写体を撮影すると、蛍光灯の輝度変化（光量変化）の周波数（商用交流電源周波数の2倍）とカメラの垂直同期周波数との違いによって、撮影出力の映像信号に時間的な明暗の変化、いわゆる蛍光灯フリッカを生じる。

【0003】

例えば、商用交流電源周波数が50Hzの地域において、非インバータ方式の蛍光灯の照明下で、NTSC方式（垂直同期周波数は60Hz）のCCDカメラによって被写体を撮影する場合、図24に示すように、1フィールド周期が $1/60$ 秒であるのに対して、蛍光灯の輝度変化の周期が $1/100$ 秒となるので、蛍光灯の輝度変化に対して各フィールドの露光タイミングがずれ、各画素の露光量がフィールドごとに変化する。

【0004】

そのため、例えば、露光時間が $1/60$ 秒であるときには、期間a1、a2、a3では、同じ露光時間でも露光量が異なり、露光時間が $1/60$ 秒より短いとき（ただし、後述のように $1/100$ 秒ではないとき）には、期間b1、b2、b3では、同じ露光時間でも露光量が異なる。

【0005】

蛍光灯の輝度変化に対する露光タイミングは、3フィールドごとに元のタイミングに戻るため、フリッカによる明暗変化は、3フィールドごとの繰り返しとなる。すなわち、各フィールドの輝度比（フリッカの見え方）は、露光期間によって変わるが、フリッカの周期は変わらない。

【0006】

ただし、デジタルカメラなど、プログレッシブ方式のカメラで、垂直同期周波数が30Hzの場合には、3フレームごとに明暗変化が繰り返される。

【0007】

さらに、蛍光灯は、白色光を発光するために、通常、複数の蛍光体、例えば、赤、緑、青の蛍光体が用いられている。しかし、これら蛍光体は、それぞれが固有の残光特性を有し、輝度変化の周期中に存在する放電停止から次の放電開始までの期間は、それぞれの残光特性で減衰発光する。そのため、この期間では、始めは白色であった光が、次第に色相を変えながら減衰することになるので、上記のように露光タイミングがずれると、明暗変化だけでなく、色相変化を生じる。また、蛍光灯は、特定の波長に強いピークが存在するという特有の分光特性を持っているため、色によって信号の変動成分が異なる。

【0008】

そして、このような色相変化、および色ごとの変動成分の差によって、いわゆる色フリッカが発生する。

【0009】

これに対して、図24の最下段に示すように、露光時間を蛍光灯の輝度変化の周期（1/100秒）の整数倍に設定すれば、露光タイミングにかかわらず露光量が一定となって、フリッカを生じない。

【0010】

実際、ユーザの操作によって、またはカメラでの信号処理により蛍光灯照明下であることを検出することによって、蛍光灯照明下である場合には露光時間を1/100秒の整数倍に設定する方式が考えられている。この方式によれば、単純な方法で、フリッカの発生を完全に防止することができる。

【0011】

しかし、この方式では、任意の露光時間に設定することができないため、適切な露出を得るための露光量調整手段の自由度が減ってしまう。

【0012】

そのため、任意のシャッタ速度（露光時間）のもとで蛍光灯フリッカを低減す

ることができる方法が要求される。

【0013】

これについては、CCD撮像装置のように1画面内の全ての画素が同一の露光タイミングで露光される撮像装置の場合には、フリッカによる明暗変化および色変化がフィールド間でのみ現れるため、比較的容易に実現することができる。

【0014】

例えば、図24の場合、露光時間が1/100秒の整数倍でなければ、フリッカは3フィールドの繰り返し周期となるので、各フィールドの映像信号の平均値が一定となるように3フィールド前の映像信号から現在の輝度および色の変化を予測し、その予測結果に応じて各フィールドの映像信号のゲインを調整することによって、フリッカを実用上問題のないレベルまで抑圧することができる。

【0015】

しかしながら、CMOS撮像素子などのXYアドレス走査型の撮像素子では、画素ごとの露光タイミングが画面水平方向において読み出しクロック（画素クロック）の1周期分ずつ順次ずれ、全ての画素で露光タイミングが異なるため、上記の方法ではフリッカを十分抑圧することはできない。

【0016】

図25に、その様子を示す。上記のように画面水平方向でも各画素の露光タイミングが順次ずれるが、蛍光灯の輝度変化の周期に比べて1水平周期は十分短いので、同一ライン上の画素は露光タイミングが同時であると仮定し、画面垂直方向における各ラインの露光タイミングを示す。實際上、このように仮定しても問題はない。

【0017】

図25に示すように、XYアドレス走査型の撮像素子、例えばCMOS撮像素子では、ラインごとに露光タイミングが異なり（F1は、あるフィールドでの、その様子を示す）、各ラインで露光量に差を生じるため、フリッカによる明暗変化および色変化が、フィールド間だけでなくフィールド内でも生じ、画面上では縞模様（縞自体の方向は水平方向、縞の変化の方向は垂直方向）として現れる。

【0018】

図 2 6 に、被写体が均一なパターンの場合の、この画面内フリッカの様子を示す。縞模様の 1 周期（1 波長）が $1/100$ 秒であるので、1 画面中には 1.666 周期分の縞模様が発生することになり、1 フィールド当たりの読み出しライン数を M とすると、縞模様の 1 周期は読み出しライン数では $L = M * 60 / 100$ に相当する。なお、明細書および図面では、アスタリスク（*）を乗算の記号として用いる。

【0 0 1 9】

図 2 7 に示すように、この縞模様は、3 フィールド（3 画面）で 5 周期（5 波長）分となり、連続的に見ると垂直方向に流れるように見える。

【0 0 2 0】

図 2 6 および図 2 7 には、フリッカによる明暗変化のみを示すが、実際には上述した色変化も加わり、画質が著しく劣化する。特に色フリッカは、シャッタ速度が速くなると顕著になるとともに、XY アドレス走査型の撮像素子では、その影響が画面内に現れるため、画質劣化がより目立つようになる。

【0 0 2 1】

このような XY アドレス走査型の撮像素子の場合にも、露光時間を蛍光灯の輝度変化の周期（ $1/100$ 秒）の整数倍に設定することができれば、露光タイミングにかかわらず露光量が一定となって、画面内フリッカを含む蛍光灯フリッカを生じない。

【0 0 2 2】

しかしながら、CMOS 撮像素子などで、電子シャッタ速度を可変にすると、撮像装置が複雑になる。しかも、電子シャッタを自由に切れる撮像装置であっても、フリッカ防止のために露光時間を $1/100$ 秒の整数倍にしか設定できないとすると、適切な露出を得るための露光量調整手段の自由度が減ってしまう。

【0 0 2 3】

そこで、CMOS 撮像素子などの XY アドレス走査型の撮像素子に固有の蛍光灯フリッカを低減する方法が提案されている。

【0 0 2 4】

特許文献 1（特開 2 0 0 0 - 3 5 0 1 0 2 公報）または特許文献 2（特開 2 0

00-23040公報)には、受光素子や測光素子により蛍光灯の光量を測定することによってフリッカ成分を推定し、その推定結果に応じて撮像素子からの映像信号の利得を制御する方法が示されている。

【0025】

特許文献3(特開2001-16508公報)には、現在の外光条件に適した第1の電子シャッタ値と蛍光灯の明滅周期に対して所定の関係を有する第2の電子シャッタ値との2条件で2種の画像を撮影し、両者の信号を比較することによってフリッカ成分を推定し、その推定結果に応じて撮像素子からの映像信号の利得を制御する方法が示されている。

【0026】

特許文献4(特開平11-164192号公報)には、あらかじめ蛍光灯照明下での明暗変化の様子を補正係数としてメモリ内に記録しておく一方で、映像信号成分とフリッカ成分の周波数の違いを利用して撮像素子からの映像信号からフリッカ成分の位相を検出し、その検出結果に応じてメモリ内の補正係数によって映像信号を補正する方法が示されている。

【0027】

特許文献5(特開2000-165752公報)には、フリッカの位相がちょうど180度反転するような時間差をもって露光された2つの映像信号から補正係数を算出し、その算出した補正係数によって映像信号を補正する方法が示されている。

【0028】

【特許文献1】

特開2000-350102公報。

【特許文献2】

特開2000-23040公報。

【特許文献3】

特開2001-16508公報。

【特許文献4】

特開平11-164192号公報。

【特許文献 5】

特開 2000-165752 公報。

【0029】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、特許文献 1, 2 に記載のように、受光素子や測光素子により蛍光灯の光量を測定することによってフリッカ成分を推定する方法は、撮像装置に受光素子や測光素子を付加するので、撮像装置システムのサイズやコストが増大する。

【0030】

また、特許文献 3 に記載のように、異なるシャッタ条件（露出条件）で 2 種の画像を撮影してフリッカ成分を推定する方法も、撮像装置のシステムが複雑化する欠点があり、しかも、この方法は、動画の撮影には適さない欠点がある。

【0031】

また、特許文献 4 に記載のように、メモリ内に用意した係数を補正信号として用いる方法は、全ての種類の蛍光灯につき、補正係数を用意しておくことは不可能であるため、蛍光灯の種類によっては、フリッカ成分を正確に検出し、確実に低減することができない欠点がある。しかも、特許文献 4 に記載のように、映像信号成分とフリッカ成分の周波数の違いを利用して映像信号からフリッカ成分を抽出する方法では、フリッカ成分が微小な黒の背景部分や低照度の部分などでは、映像信号成分と区別してフリッカ成分を検出することが難しいとともに、画面中に動きのある物体が存在する場合には、フリッカ成分の検出性能が著しく低下する。

【0032】

また、特許文献 5 に記載のように、異なるタイミング条件で 2 種の画像を撮影してフリッカ成分を推定する方法は、特許文献 3 に記載の方法と同様に、撮像装置のシステムが複雑化するとともに、動画の撮影には適さない欠点がある。

【0033】

そこで、この発明は、受光素子などを用いることなく、簡単な信号処理のみによって、CMOS 撮像素子などの XY アドレス走査型の撮像素子に固有の蛍光灯

フリッカを、被写体や映像信号レベルおよび蛍光灯の種類などにかかわらず、高精度で検出し、確実にかつ十分に低減することができるようにしたものである。

【0034】

【課題を解決するための手段】

第1の発明のフリッカ低減方法は、

蛍光灯照明下でXYアドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる映像信号または輝度信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する方法であって、

前記映像信号または前記輝度信号を入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する工程と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する工程と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する工程と、

その抽出したスペクトルからフリッカ成分を推定する工程と、

その推定したフリッカ成分を打ち消すように、推定したフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する工程と、

を備えるものである。

【0035】

第2の発明のフリッカ低減方法は、

蛍光灯照明下でXYアドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる各色の色信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する方法であって、

前記各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する工程と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する工程と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する工程と、

その抽出したスペクトルからフリッカ成分を推定する工程と、

その推定したフリッカ成分を打ち消すように、推定したフリッカ成分と前記入

力画像信号を演算する工程と、
を備えるものである。

【0036】

第3の発明のフリッカ低減方法は、
蛍光灯照明下でXYアドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる輝度信号および各色の色信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する方法であって、

前記輝度信号および前記各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する工程と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する工程と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する工程と、

その抽出したスペクトルからフリッカ成分を推定する工程と、

その推定したフリッカ成分を打ち消すように、推定したフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する工程と、

を備えるものである。

【0037】

上記の方法の、この発明のフリッカ低減方法では、正規化後の積分値または差分値として、フリッカ成分以外の信号成分が除去されて、被写体にかかわらず、かつフリッカ成分が微小な黒の背景部分や低照度の部分などでも、フリッカ成分を容易に高精度で推定できる信号が得られ、その正規化後の積分値または差分値の適当な次数までのスペクトルを抽出することによって、蛍光灯の種類や輝度変化波形などにかかわらず、かつ被写体の影響によって信号成分が不連続となる領域でも、フリッカ成分を高精度で推定することができ、その推定したフリッカ成分と入力画像信号を演算することによって、入力画像信号からフリッカ成分を確実にかつ十分に低減することができる。

【0038】

特に、第2または第3の発明のフリッカ低減方法では、映像信号として得られる各色の色信号ごとに、または輝度信号および各色の色信号ごとに、フリッカ成

分を検出し、低減するので、色フリッカを含む蛍光灯フリッカを、高精度で検出し、確実に十分に低減することができる。

【0039】

【発明の実施の形態】

〔撮像装置の実施形態：図1～図3〕

（システム構成：図1）

図1は、この発明の撮像装置の一実施形態のシステム構成を示し、XYアドレス走査型の撮像素子としてCMOS撮像素子を用いたビデオカメラの場合である。

【0040】

この実施形態の撮像装置、すなわちビデオカメラでは、被写体からの光が、撮像光学系11を介してCMOS撮像素子12に入射して、CMOS撮像素子12で光電変換され、CMOS撮像素子12からアナログ映像信号が得られる。

【0041】

CMOS撮像素子12は、CMOS基板上に、フォトダイオード（フォトゲート）、転送ゲート（シャッタランジスタ）、スイッチングランジスタ（アドレスランジスタ）、増幅ランジスタ、リセットランジスタ（リセットゲート）などを有する画素が複数、2次元状に配列されて形成されるとともに、垂直走査回路、水平走査回路および映像信号出力回路が形成されたものである。

【0042】

CMOS撮像素子12は、後述のように原色系と補色系のいずれでもよく、CMOS撮像素子12から得られるアナログ映像信号は、RGB各色の原色信号または補色系の色信号である。

【0043】

そのCMOS撮像素子12からのアナログ映像信号は、IC（集積回路）として構成されたアナログ信号処理部13において、色信号ごとに、サンプルホールドされ、AGC（自動利得制御）によってゲインが制御され、A/D変換によってデジタル信号に変換される。

【0044】

そのアナログ信号処理部 13 からのデジタル映像信号は、IC として構成されたデジタル信号処理部 20 において、後述のように処理され、デジタル信号処理部 20 内のフリッカ低減部 25 において、後述のように信号成分ごとに、この発明の方法によってフリッカ成分が低減された上で、最終的に輝度信号 Y と赤、青の色差信号 R-Y, B-Y に変換されて、デジタル信号処理部 20 から出力される。

【0045】

システムコントローラ 14 は、マイクロコンピュータなどによって構成され、カメラ各部を制御する。

【0046】

具体的に、システムコントローラ 14 から、IC によって構成されたレンズ駆動用ドライバ 15 に、レンズ駆動制御信号が供給され、レンズ駆動用ドライバ 15 によって、撮像光学系 11 のレンズが駆動される。

【0047】

また、システムコントローラ 14 からタイミングジェネレータ 16 に、タイミング制御信号が供給され、タイミングジェネレータ 16 から CMOS 撮像素子 12 に、各種タイミング信号が供給されて、CMOS 撮像素子 12 が駆動される。

【0048】

さらに、デジタル信号処理部 20 からシステムコントローラ 14 に、各信号成分の検波信号が取り込まれ、システムコントローラ 14 からの AGC 信号によって、アナログ信号処理部 13 において、上記のように各色信号のゲインが制御されるとともに、システムコントローラ 14 によって、デジタル信号処理部 20 における信号処理が制御される。

【0049】

また、システムコントローラ 14 には、手ぶれセンサ 17 が接続され、撮影者の動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合には、そのことが、手ぶれセンサ 17 の出力から、システムコントローラ 14 によって検出され、後述のようにフリッカ低減部 25 が制御される。

【0050】

また、システムコントローラ 14 には、マイクロコンピュータなどによって構成されたインタフェース 19 を介して、ユーザインタフェース 18 を構成する操作部 18 a および表示部 18 b が接続され、操作部 18 a での設定操作や選択操作などが、システムコントローラ 14 によって検出されるとともに、カメラの設定状態や制御状態などが、システムコントローラ 14 によって表示部 18 b に表示される。

【0051】

撮影者が操作部 18 a でズーム操作などのカメラ操作を行うことによって被写体が短時間で大きく変化する場合には、そのことが、システムコントローラ 14 によって検出され、後述のようにフリッカ低減部 25 が制御される。

【0052】

また、後述のようなフリッカ低減処理が不要な場合には、そのことが、システムコントローラ 14 によって検出され、後述のようにフリッカ低減部 25 が制御される。

【0053】

(原色系システムの場合：図 2)

図 2 に、原色系システムの場合のデジタル信号処理部 20 の一例を示す。

【0054】

原色系システムは、図 1 の撮像光学系 11 が被写体からの光を RGB 各色の色光に分離する分解光学系を有し、CMOS 撮像素子 12 として RGB 各色用の CMOS 撮像素子を有する 3 板システム、または、CMOS 撮像素子 12 として、光入射面に RGB 各色の色フィルタが画面水平方向に 1 画素ごとに順次、繰り返して配列された一つの CMOS 撮像素子を有する 1 板システムである。この場合、CMOS 撮像素子 12 からは、RGB 各色の原色信号が平行に読み出される。

【0055】

図 2 のデジタル信号処理部 20 では、クランプ回路 21 で、入力 of RGB 原色信号の黒レベルが所定レベルにクランプされ、ゲイン調整回路 22 で、露出量に応じてクランプ後の RGB 原色信号のゲインが調整され、フリッカ低減部 25 R

、25G、25Bで、この発明の方法によって、ゲイン調整後のRGB原色信号中のフリッカ成分が低減される。

【0056】

さらに、図2のデジタル信号処理部20では、ホワイトバランス調整回路27で、フリッカ低減後のRGB原色信号のホワイトバランスが調整され、ガンマ補正回路28で、ホワイトバランス調整後のRGB原色信号の階調が変換され、合成マトリクス回路29で、ガンマ補正後のRGB原色信号から、出力の輝度信号Yおよび色差信号R-Y、B-Yが生成される。

【0057】

原色系システムでは、一般に図2のようにRGB原色信号の処理が全て終了した後に輝度信号Yが生成されるので、図2のようにRGB原色信号の処理過程でRGB原色信号中のフリッカ成分を低減することによって、各色成分および輝度成分のフリッカ成分を共に十分に低減することができる。

【0058】

なお、フリッカ低減部25R、25G、25Bは、図2のように配置することが望ましいが、必ずしも、これに限定されるものではない。

【0059】

(補色系システムの場合：図3)

図3に、補色系システムの場合のデジタル信号処理部20の一例を示す。

【0060】

補色系システムは、図1のCMOS撮像素子12として、光入射面に補色系の色フィルタが形成された一つのCMOS撮像素子を有する1板システムである。補色系の色フィルタは、例えば、図3に色フィルタ1として示すように、ある一つおきの水平ライン位置Loでは、緑の色フィルタ部1Gとマゼンタの色フィルタ部1Mgが水平方向に1画素ごとに順次、繰り返し配列され、他の一つおきの水平ライン位置Leでは、シアンの色フィルタ部1Cyとイエローの色フィルタ部1Yeが水平方向に1画素ごとに順次、繰り返し配列されたものである。

【0061】

この場合、図1のCMOS撮像素子12からは、隣接する2水平ライン位置の

映像信号が合成されて読み出される。したがって、CMOS撮像素子12からは、各水平期間において、図3の例では、緑の色信号とシアンの色信号との合成信号と、マゼンタの色信号とイエローの色信号との合成信号とが、1画素クロックごとに交互に得られる。

【0062】

図3のデジタル信号処理部20では、クランプ回路21で、その補色信号の黒レベルが所定レベルにクランプされ、ゲイン調整回路22で、露出量に応じてクランプ後の補色信号のゲインが調整され、輝度合成回路23で、ゲイン調整後の補色信号から輝度信号Yが生成されるとともに、原色分離回路24で、ゲイン調整後の補色信号からRGB原色信号が生成される。

【0063】

さらに、図3のデジタル信号処理部20では、フリッカ低減部25Yで、この発明の方法によって、輝度合成回路23からの輝度信号Y中のフリッカ成分が低減されるとともに、フリッカ低減部25R、25G、25Bで、この発明の方法によって、原色分離回路24からのRGB原色信号中のフリッカ成分が低減される。

【0064】

さらに、図3のデジタル信号処理部20では、ガンマ補正回路26で、フリッカ低減後の輝度信号の階調が補正されて、出力の輝度信号Yが得られ、ホワイトバランス調整回路27で、フリッカ低減後のRGB原色信号のホワイトバランスが調整され、ガンマ補正回路28で、ホワイトバランス調整後のRGB原色信号の階調が変換され、合成マトリクス回路29で、ガンマ補正後のRGB原色信号から色差信号R-Y、B-Yが生成される。

【0065】

補色系システムでは、図3のようにデジタル信号処理部20の比較的前段で輝度信号およびRGB原色信号が生成される。これは、輝度信号は、上記の合成信号から単純な加算処理によって容易に生成できるとともに、上記の合成信号から差分処理によってRGB原色信号を生成し、そのRGB原色信号から輝度信号を生成すると、輝度信号のS/Nが劣化するからである。

【0066】

しかし、このように輝度信号と色信号の処理系統を別にする場合には、各色成分のフリッカ成分を低減するだけでは、輝度成分のフリッカ成分を低減するのに十分でなく、図3のように別に輝度成分のフリッカ成分を低減することによって初めて、各色成分および輝度成分のフリッカ成分を共に十分に低減することができる。

【0067】

なお、フリッカ低減部25Yおよび25R, 25G, 25Bは、図3のように配置することが望ましいが、必ずしも、これに限定されるものではない。

【0068】

〔フリッカ低減方法の実施形態：図4～図23〕

図2のフリッカ低減部25R, 25G, 25B、および図3のフリッカ低減部25Y, 25R, 25G, 25Bは、それぞれ、以下の例のように構成される。したがって、以下では、フリッカ低減部25R, 25G, 25B, 25Yを、フリッカ低減部25と総称する。

【0069】

また、以下において、入力画像信号とは、それぞれ、フリッカ低減部25に入力されるフリッカ低減前のRGB原色信号または輝度信号であり、出力画像信号とは、それぞれ、フリッカ低減部25から出力されるフリッカ低減後のRGB原色信号または輝度信号である。

【0070】

また、以下の例は、商用交流電源周波数が50Hzの地域において、蛍光灯の照明下で、NTSC方式（垂直同期周波数は60Hz）のCMOSカメラによって被写体を撮影する場合、したがって、蛍光灯フリッカを低減しないときには、図25～図27に示したように、フリッカによる明暗変化および色変化が、フィールド間だけでなくフィールド内でも生じ、画面上では3フィールド（3画面）で5周期（5波長）分の縞模様として現れる場合である。

【0071】

蛍光灯が非インバータ方式の場合は勿論、インバータ方式の場合も、整流が十

分でない場合にはフリッカを生じるので、蛍光灯が非インバータ方式の場合に限らない。

【0072】

(フリッカ低減方法の第1の例: 図4)

図4は、フリッカ低減部25の第1の例を示す。

【0073】

図26および図27は、被写体が一様な場合であるが、一般にフリッカ成分は被写体の信号強度に比例する。

【0074】

そこで、一般の被写体についての任意のフィールド n および任意の画素 (x, y) における入力画像信号(フリッカ低減前のRGB原色信号または輝度信号)を $I_n'(x, y)$ とすると、 $I_n'(x, y)$ は、フリッカ成分を含まない信号成分と、これに比例したフリッカ成分との和として、図13の式(1)で表される。

【0075】

$I_n(x, y)$ は、信号成分であり、 $\Gamma_n(y) * I_n(x, y)$ は、フリッカ成分であり、 $\Gamma_n(y)$ は、フリッカ係数である。蛍光灯の発光周期(1/100秒)に比べて1水平周期は十分短く、同一フィールドの同一ラインではフリッカ係数は一定と見なすことができるので、フリッカ係数は $\Gamma_n(y)$ で表す。

【0076】

$\Gamma_n(y)$ を一般化するために、図13の式(2)に示すように、フーリエ級数に展開した形式で記述する。これによって、蛍光灯の種類によって異なる発光特性および残光特性を全て網羅した形式でフリッカ係数を表現することができる。

【0077】

式(2)中の λ_0 は、図26に示した画面内フリッカの波長であり、1フィールド当たりの読み出しライン数を M とすると、 $L(=M * 60 / 100)$ ラインに相当する。 ω_0 は、 λ_0 で正規化された規格化角周波数である。

【0078】

γ_m は、各次 ($m=1, 2, 3\cdots$) のフリッカ成分の振幅である。 Φ_{mn} は、各次のフリッカ成分の初期位相を示し、蛍光灯の発光周期 ($1/100$ 秒) と露光タイミングによって決まる。ただし、 Φ_{mn} は3フィールドごとに同じ値になるので、直前のフィールドとの間の Φ_{mn} の差は、図13の式(3)で表される。

【0079】

<積分値の算出および保存>

図4の例では、まず、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が、フリッカ検出用に絵柄の影響を少なくするために、積分ブロック31で、図13の式(4)に示すように、画面水平方向に1ライン分に渡って積分され、積分値 $F_n(y)$ が算出される。式(4)中の $\alpha_n(y)$ は、図13の式(5)で表されるように、信号成分 $I_n(x, y)$ の1ライン分に渡る積分値である。

【0080】

算出された積分値 $F_n(y)$ は、以後のフィールドでのフリッカ検出用に、積分値保持ブロック32に記憶保持される。積分値保持ブロック32は、少なくとも2フィールド分の積分値を保持できる構成とされる。

【0081】

被写体が一様であれば、信号成分 $I_n(x, y)$ の積分値 $\alpha_n(y)$ が一定値となるので、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ の積分値 $F_n(y)$ からフリッカ成分 $\alpha_n(y) * \Gamma_n(y)$ を抽出することは容易である。

【0082】

しかし、一般的な被写体では、 $\alpha_n(y)$ にも $m * \omega_0$ 成分が含まれるため、フリッカ成分としての輝度成分および色成分と、被写体自身の信号成分としての輝度成分および色成分とを分離することができず、純粹にフリッカ成分のみを抽出することはできない。さらに、式(4)の第1項の信号成分に対して第2項のフリッカ成分は非常に小さいので、フリッカ成分は信号成分中にほとんど埋もれてしまう。

【0083】

参考として、図19に示す被写体(実際はカラー画像)についての、連続する

3フィールドにおける積分値 $F_n(y)$ を、図20に示す。これは、赤色信号についてのもので、 $Field:N+0$ （実線）、 $Field:N+1$ （破線）、 $Field:N+2$ （点線）は、連続する3フィールドにおける第1、第2、第3フィールドである。図20からも分かるように、積分値 $F_n(y)$ から直接、フリッカ成分を抽出するのは不可能と言える。

【0084】

<平均値計算および差分計算>

そこで、図4の例では、積分値 $F_n(y)$ から $\alpha_n(y)$ の影響を取り除くために、連続する3フィールドにおける積分値を用いる。

【0085】

すなわち、この例では、積分値 $F_n(y)$ の算出時、積分値保持ブロック32から、1フィールド前の同じラインの積分値 $F_{n-1}(y)$ 、および2フィールド前の同じラインの積分値 $F_{n-2}(y)$ が読み出され、平均値計算ブロック33で、3つの積分値 $F_n(y)$ 、 $F_{n-1}(y)$ 、 $F_{n-2}(y)$ の平均値 $AVE[F_n(y)]$ が算出される。

【0086】

連続する3フィールドの期間中の被写体をほぼ同一と見なすことができれば、 $\alpha_n(y)$ は同じ値と見なすことができる。被写体の動きが3フィールドの間で十分小さければ、実用上、この仮定は問題ない。さらに、連続する3フィールドにおける積分値の平均値を演算することは、式(3)の関係から、フリッカ成分の位相が $(-2\pi/3) * m$ ずつずれた信号を加え合わせることになるので、結果的にフリッカ成分が打ち消されることになる。したがって、平均値 $AVE[F_n(y)]$ は、図14の式(6)で表される。

【0087】

ただし、以上は、図14の式(7)の近似が成り立つものとして、連続する3フィールドにおける積分値の平均値を算出する場合であるが、被写体の動きが大きい場合には、式(7)の近似が成り立たなくなる。

【0088】

そのため、被写体の動きが大きい場合を想定したフリッカ低減部25としては

、積分値保持ブロック 32 に 3 フィールド以上に渡る積分値を保持し、当該のフィールドの積分値 $F_n(y)$ を合わせて 4 フィールド以上に渡る積分値の平均値を算出すればよい。これによって、時間軸方向のローパスフィルタ作用により、被写体が動いたことによる影響が小さくなる。

【0089】

ただし、フリッカは 3 フィールドごとの繰り返しとなるので、フリッカ成分を打ち消すには、連続する j (3 の、2 倍以上の整数倍、すなわち、6, 9...) フィールドにおける積分値の平均値を算出する必要があり、積分値保持ブロック 32 は、少なくとも $(j-1)$ フィールド分の積分値を保持できる構成とする。

【0090】

図 4 の例は、図 14 の式 (7) の近似が成り立つものとした場合である。この例では、さらに、差分計算ブロック 34 で、積分ブロック 31 からの当該フィールドの積分値 $F_n(y)$ と、積分値保持ブロック 32 からの 1 フィールド前の積分値 $F_{n-1}(y)$ との差分が計算され、図 14 の式 (8) で表される差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ が算出される。式 (8) も、式 (7) の近似が成り立つことを前提としている。

【0091】

図 21 に、図 19 に示した被写体についての、連続する 3 フィールドにおける差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ を示す。これから分かるように、差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ では、被写体の影響が十分除去されるため、図 20 に示した積分値 $F_n(y)$ に比べてフリッカ成分 (フリッカ係数) の様子が明確に現れる。

【0092】

<差分値の正規化>

図 4 の例では、さらに、正規化ブロック 35 で、差分計算ブロック 34 からの差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ が、平均値計算ブロック 33 からの平均値 $AVE[F_n(y)]$ で除算されることによって正規化され、正規化後の差分値 $g_n(y)$ が算出される。

【0093】

正規化後の差分値 $g_n(y)$ は、図14の式(6)(8)および三角関数の和積公式によって、図15の式(9)のように展開され、さらに図13の式(3)の関係から、図15の式(10)で表される。式(10)中の $|A_m|$ 、 θ_m は、式(11a)(11b)で表される。

【0094】

差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ は、被写体の信号強度の影響が残るため、領域によってフリッカによる輝度変化および色変化のレベルが異なってしまうが、上記のように正規化することによって、全領域に渡ってフリッカによる輝度変化および色変化を同一レベルに合わせることができる。

【0095】

図22に、図19に示した被写体についての、連続する3フィールドにおける正規化後の差分値 $g_n(y)$ を示す。

【0096】

＜スペクトル抽出によるフリッカ成分の推定＞

図15の式(11a)(11b)で表される $|A_m|$ 、 θ_m は、正規化後の差分値 $g_n(y)$ の、各次のスペクトルの振幅および初期位相であり、正規化後の差分値 $g_n(y)$ をフーリエ変換して、各次のスペクトルの振幅 $|A_m|$ および初期位相 θ_m を検出すれば、図16の式(12a)(12b)によって、図13の式(2)に示した各次のフリッカ成分の振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} を求めることができる。

【0097】

そこで、図4の例では、DFTブロック51において、正規化ブロック35からの正規化後の差分値 $g_n(y)$ の、フリッカの1波長分(Lライン分)に相当するデータを、離散フーリエ変換する。

【0098】

DFT演算を $DFT[g_n(y)]$ とし、次数 m のDFT結果を $G_n(m)$ とすれば、DFT演算は、図16の式(13)で表される。式(13)中の W は、式(14)で表される。また、DFTの定義によって、式(11a)(11b)と式(13)との関係は、図16の式(15a)(15b)で表される。

【0099】

したがって、式(12a)(12b)(15a)(15b)から、図16の式(16a)(16b)によって、各次のフリッカ成分の振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} を求めることができる。

【0100】

DFT演算のデータ長を、フリッカの1波長分(Lライン分)とするのは、これによって、ちょうど ω_0 の整数倍の離散スペクトル群を直接、得ることができるからである。

【0101】

一般に、デジタル信号処理のフーリエ変換としては、FFT(高速フーリエ変換)が用いられるが、この発明の実施形態では、あえてDFTを用いる。その理由は、フーリエ変換のデータ長が2のべき乗になっていないので、FFTよりDFTの方が都合よいためである。ただし、入出力データを加工してFFTを用いることもできる。

【0102】

実際の蛍光灯照明下では、次数 m を数次までに限定しても、フリッカ成分を十分近似できるので、DFT演算もデータを全て出力する必要はなく、この発明の用途ではFFTに比べて演算効率の点でデメリットはない。

【0103】

DFTブロック51では、まず、式(13)で定義されるDFT演算によって、スペクトルが抽出され、その後、式(16a)(16b)の演算によって、各次のフリッカ成分の振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} が推定される。

【0104】

図4の例では、さらに、フリッカ生成ブロック53で、DFTブロック51からの γ_m 、 Φ_{mn} の推定値から、図13の式(2)で表されるフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ が算出される。

【0105】

ただし、上述したように、実際の蛍光灯照明下では、次数 m を数次までに限定しても、フリッカ成分を十分近似できるので、式(2)によるフリッカ係数 Γ_n

(y) の算出に当たっては、総和次数を無限大ではなく、あらかじめ定められた次数、例えば2次までに限定することができる。

【0106】

図23に、図19に示した被写体についての、連続する3フィールドにおけるフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を示す。

【0107】

上記の方法によれば、積分値 $F_n(y)$ ではフリッカ成分が信号成分中に完全に埋もれてしまう、フリッカ成分が微小な黒の背景部分や低照度の部分などの領域でも、差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ を算出し、これを平均値 $AVE[F_n(y)]$ で正規化することによって、フリッカ成分を高精度で検出することができる。

【0108】

また、適当な次数までのスペクトルからフリッカ成分を推定することは、正規化後の差分値 $g_n(y)$ を完全に再現しないで近似することになるが、これによって、かえって、被写体の状態によって正規化後の差分値 $g_n(y)$ に不連続な部分を生じて、その部分のフリッカ成分を精度良く推定できることになる。

【0109】

<フリッカ低減のための演算>

図13の式(1)から、フリッカ成分を含まない信号成分 $I_n(x, y)$ は、図16の式(17)で表される。

【0110】

そこで、図4の例では、演算ブロック40で、フリッカ生成ブロック53からのフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ に1が加えられ、その和 $[1 + \Gamma_n(y)]$ で入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が除算される。

【0111】

これによって、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ に含まれるフリッカ成分がほぼ完全に除去され、演算ブロック40からは、出力画像信号(フリッカ低減後のRGB原色信号または輝度信号)として、実質的にフリッカ成分を含まない信号成分 $I_n(x, y)$ が得られる。

【0112】

なお、システムが有する演算能力の制約から、上記の全ての処理を1フィールドの時間内で完結できない場合には、フリッカが3フィールドごとの繰り返しとなることを利用して、演算ブロック40内にフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を3フィールドに渡って保持する機能を設け、3フィールド後の入力画像信号 $I_n'(x, y)$ に対して、その保持したフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を演算する構成とすればよい。

【0113】

(飽和領域を考慮した場合の例: 図5)

図4の例で、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ のレベルが飽和領域にある場合、演算ブロック40で式(17)の演算を行うと、逆に信号成分(色成分または輝度成分)が変化してしまう。そこで、演算ブロック40は、図5の例のように構成することが望ましい。

【0114】

図5の例の演算ブロック40は、フリッカ生成ブロック53からのフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ に1を加える加算回路41、その和 $[1 + \Gamma_n(y)]$ で入力画像信号 $I_n'(x, y)$ を除算する除算回路42、入力側のスイッチ43、出力側のスイッチ44、および飽和レベル判定回路45によって構成され、飽和レベル判定回路45で、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ のレベルが飽和領域の閾値レベル以上であるか否かが、画素ごとに判断される。

【0115】

そして、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ のレベルが飽和領域の閾値レベルに満たないときには、その画素では、飽和レベル判定回路45によってスイッチ43および44が除算回路42側に切り替えられて、上述したように、式(17)の演算結果が出力画像信号として、演算ブロック40から出力される。

【0116】

これに対して、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ のレベルが飽和領域の閾値レベル以上であるときには、その画素では、飽和レベル判定回路45によってスイッチ43および44が反対側に切り替えられて、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が

、そのまま出力画像信号として、演算ブロック 40 から出力される。

【0117】

したがって、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ のレベルが飽和領域にある場合に、信号成分（色成分または輝度成分）が変化してしまうことがなく、高画質の出力画像信号が得られる。

【0118】

（フリッカ低減方法の第 2 の例：図 6）

図 4 の例のように、差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ を平均値 $AVE[F_n(y)]$ で正規化すれば、有限の計算精度を効果的に確保することができる。しかし、要求される計算精度を満足できる場合には、積分値 $F_n(y)$ を直接、平均値 $AVE[F_n(y)]$ で正規化してもよい。

【0119】

図 6 は、この場合の例を示し、正規化ブロック 35 で、積分ブロック 31 からの積分値 $F_n(y)$ が、平均値計算ブロック 33 からの平均値 $AVE[F_n(y)]$ で除算されることによって正規化され、正規化後の差分値 $g_n(y)$ が算出される。

【0120】

ただし、この場合の正規化後の差分値 $g_n(y)$ は、図 17 の式 (18) で表されるものとなるので、後段の処理を図 4 の例と同様にするため、減算回路 36 で、図 17 の式 (19) に示すように、式 (18) で表される正規化後の差分値 $g_n(y)$ から 1 を減算し、その結果を DFT ブロック 51 に送出する。

【0121】

この場合、 $|A_m| = \gamma_m$ 、 $\theta_m = \Phi_{mn}$ であるので、図 16 の式 (15a) (15b) から、 γ_m 、 Φ_{mn} は、図 17 の式 (20a) (20b) によって求めることができる。

【0122】

したがって、DFT ブロック 51 では、図 4 の例では、式 (13) で定義される DFT 演算によってスペクトルを抽出した後、式 (16a) (16b) の演算によって各次のフリッカ成分の振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} を推定するのに対

して、図6の例では、式(13)で定義されるDFT演算によってスペクトルを抽出した後、式(20a)(20b)の演算によって各次のフリッカ成分の振幅 γ_m および初期位相 ϕ_{mn} を推定する。以後の処理は、図4の例と同じである。

【0123】

図6の例では、差分計算ブロック34が不要となるので、その分、フリッカ低減部25を簡略化することができる。

【0124】

この例でも、演算ブロック40は、図5の例のように構成することが望ましい。

【0125】

(フリッカ低減方法の第3の例: 図7)

図4の例で正規化に用いる平均値 $AVE[F_n(y)]$ は、図14の式(7)の近似が成り立つ場合には、式(6)で表されるように $\alpha_n(y)$ に等しいとともに、図13の式(4)の第2項 $[\alpha_n(y) * \Gamma_n(y)]$ は、第1項の $\alpha_n(y)$ に比べて十分小さいので、正規化に及ぼす第2項の影響は非常に小さい。

【0126】

したがって、正規化については、平均値 $AVE[F_n(y)]$ の代わりに積分値 $F_n(y)$ を用いても、ほとんど問題がなく、平均値 $AVE[F_n(y)]$ を用いる場合と同様に、効果的にフリッカ成分を検出することができる。

【0127】

そこで、図7の例では、正規化ブロック35で、差分計算ブロック34からの差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ を、積分ブロック31からの積分値 $F_n(y)$ で除算することによって正規化する。以後の処理は、図4の例と同じである。

【0128】

図7の例では、積分値保持ブロック32は1フィールド分の積分値を保持できればよいとともに、平均値計算ブロック33を必要としないので、フリッカ低減部25を簡略化することができる。

【0129】

この例でも、演算ブロック40は、図5の例のように構成することが望ましい。

【0130】

(非蛍光灯照明下では別の処理を行う場合の例: 図8および図9)

非蛍光灯照明下(蛍光灯ではない照明環境)で撮影する場合、上述したフリッカ低減処理を行っても、特別の不具合を生じないが、この場合、本来不要な処理を行うことになるので、たとえフリッカ成分が十分小さくても、画質への影響が懸念される。

【0131】

そのため、非蛍光灯照明下で撮影する場合には、フリッカ低減処理が実行されず、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が、そのまま出力画像信号としてフリッカ低減部25から出力されるように、フリッカ低減部25を構成することが望ましい。

【0132】

図8は、そのようにフリッカ低減部25を構成した場合の一例を示す。正規化積分値算出ブロック30は、図4、図6または図7の例のように構成される。図4および図7の例では、積分値 $F_n(y)$ ではなく、差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ が正規化されるが、便宜上、正規化積分値算出ブロックと称する。

【0133】

図8の例では、DFTブロック51とフリッカ生成ブロック53との間に、蛍光灯照明下判定ブロック52が設けられる。

【0134】

DFTブロック51で推定され、算出される各次の成分のレベル(振幅) γ_m は、蛍光灯照明下では、図18(A)に示すように、 $m=1$ の成分のレベルが、ある閾値 T_h より十分大きく、 m が大きくなるにつれて急激にレベルが小さくなるのに対して、非蛍光灯照明下では、図18(B)に示すように、各次の成分のレベルが閾値 T_h 以下となる。

【0135】

非蛍光灯照明下では、スペクトルがゼロになるのが理想であるが、実際上は、被写体が動くために、連続する複数フィールドの信号から生成される正規化後の

差分値 $g_n(y)$ または積分値 $g_n(y) - 1$ に、周波数成分を僅かに含むことは避けられない。

【0136】

そこで、蛍光灯照明下判定ブロック 52 では、例えば、 $m=1$ の成分のレベルが閾値 T_h を超えるか否かを判断し、閾値 T_h を超える場合には、蛍光灯照明下であると判定して、DFT ブロック 51 からの γ_m 、 Φ_{mn} の推定値を、そのままフリッカ生成ブロック 53 に出力する。したがって、この場合には、上述したようにフリッカ低減処理が実行される。

【0137】

一方、 $m=1$ の成分のレベルが閾値 T_h 以下である場合には、蛍光灯照明下判定ブロック 52 は、非蛍光灯照明下であると判定して、次数 m の全てにつき、 γ_m の推定値をゼロにする。したがって、この場合には、フリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ もゼロとなり、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が、そのまま出力画像信号として演算ブロック 40 から出力される。

【0138】

図 9 は別の例を示す。この例では、蛍光灯照明下判定ブロック 52 は、図 8 の例と同様に蛍光灯照明下であるか否かを判定するが、非蛍光灯照明下であると判定した場合には、検出フラグ COMP_OFF をセットして、フリッカ生成ブロック 53 および演算ブロック 40 での処理を停止させ、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ を、そのまま出力画像信号として演算ブロック 40 から出力させる。蛍光灯照明下である場合には、検出フラグ COMP_OFF がリセットされ、上述したようにフリッカ低減処理が実行される。

【0139】

図 9 の例では、非蛍光灯照明下で撮影する場合、画質への影響を無くすることができるだけでなく、消費電力を削減することができる。

【0140】

(撮影者の操作や動作によって被写体が大きく変化する場合：図 10)

ズーム、パニング、チルティングなどのカメラ操作によって、または撮影者の手ぶれによって、被写体が短時間で大きく変化する場合が多々ある。この場合、

図14の式(7)の仮定が成り立たなくなるので、結果的にフリッカ検出精度が悪化する。

【0141】

そこで、このように撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合は、撮像装置は、例えば、図10の例のように構成する。

【0142】

図10の例では、フリッカ低減部25としては、図4、図6または図7の例において、フリッカ生成ブロック53と演算ブロック40との間に、スイッチ55、56およびフリッカ保持ブロック57が設けられ、システムコントローラ14から出力される後述の検出フラグDET__OFFが、スイッチ55および56に切り替え信号として供給される。

【0143】

フリッカ保持ブロック57は、3フィールド分のフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を保持できるものとされ、1フィールド分の処理が終了するごとにフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を次のフィールド用に格納するとともに、3フィールドごとの繰り返して読み出し出力が切り替えられるようにされる。

【0144】

撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合には、これがシステムコントローラ14によって検出される。

【0145】

例えば、撮影者が操作部18aのズームキーを押すと、それがインタフェース19を介してシステムコントローラ14によって検知される。システムコントローラ14は、これによって、望遠や広角の操作など、撮影者のズーム操作に応じて、レンズの駆動を制御する。また、撮影者の手ぶれは、手ぶれセンサ17によって検知され、システムコントローラ14に手ぶれ情報が送られる。システムコントローラ14は、その手ぶれ情報をもとに、手ぶれ補正を制御する。パニングやチルティングも、システムコントローラ14によって検知され、システムコントローラ14は、パニング中は手ぶれ補正を弱めるなどの制御を行う。このような検出制御は、一般にカメラで行われていることと変わらない。

【0146】

さらに、図10の例では、システムコントローラ14は、被写体が短時間で大きく変化するような撮影者の操作または動作を検出した場合には、検出フラグDET_OFFをセットし、そのような操作または動作がなされない場合には、検出フラグDET_OFFをリセットする。

【0147】

そして、被写体が短時間で大きく変化しない通常の状態では、検出フラグDET_OFFがリセットされることによって、フリッカ低減部25では、スイッチ55がフリッカ生成ブロック53側に切り替えられて、フリッカ生成ブロック53からの、そのときのフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ が演算ブロック40に供給され、フリッカ低減処理が実行されるとともに、スイッチ56がオンにされて、そのときのフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ がフリッカ保持ブロック57に格納される。

【0148】

一方、撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合には、検出フラグDET_OFFがセットされることによって、フリッカ低減部25では、スイッチ55がフリッカ保持ブロック57側に切り替えられ、フリッカ生成ブロック53からの、そのときの検出精度の悪いフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ に代えて、フリッカ保持ブロック57から読み出された、被写体が短時間で大きく変化する操作または動作がなされる直前の、検出精度の良いフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ が、演算ブロック40に供給され、フリッカ低減処理が実行されるとともに、スイッチ56がオフにされて、そのときの検出精度の悪いフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ がフリッカ保持ブロック57に格納されるのが防止される。

【0149】

したがって、この例では、撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合にも、フリッカ検出精度が良くなり、フリッカが確実に十分低減される。

【0150】

さらに、この例では、検出フラグDET_OFFが、正規化積分値算出ブロック30、DFTブロック51およびフリッカ生成ブロック53にも送出され、撮

影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合には、検出フラグDET__OFFがセットされることによって、正規化積分値算出ブロック30、DFTブロック51およびフリッカ生成ブロック53での処理が停止される。したがって、この例では、消費電力を削減することもできる。

【0151】

なお、この例は、フリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を直前の信号にすぐ替える場合であるが、より前段の信号、例えば積分値 $F_n(y)$ を、直前の信号にすぐ替えるように構成してもよい。

【0152】

(撮影状況によっては別の処理を行う場合の例：図11および図12)

以下に示すように、撮影状況によってはフリッカ低減処理が不要となる場合がある。この場合、画質への影響を考慮すると、上述した非蛍光灯照明下で撮影する場合と同様に、本来不要なフリッカ低減処理は行わない方が望ましい。

【0153】

フリッカ低減処理が不要な撮影状況としては、第1に、動画と静止画の両方を撮影できるビデオカメラやデジタルスチルカメラで静止画を撮影する場合が挙げられる。

【0154】

この場合、CMOS撮像素子などのXYアドレス走査型の撮像素子を用いたカメラでも、1画面内の全ての画素の露光タイミング（露光開始および露光終了のタイミング）を同一にすることができ、蛍光灯フリッカの発生を回避することができる。撮像素子からの読み出しは、動画を撮影する場合のようなフレームレートの制約がないので、機械的なシャッタを閉じて遮光した状態で、ゆっくり行うことができる。

【0155】

そして、このように1画面内の全ての画素の露光タイミングを同一にして静止画を撮影する場合であるか否かについては、図1の実施形態では、操作部18aでのカメラ操作に基づいて、システムコントローラ14において検出することができる。

【0156】

フリッカ低減処理が不要な撮影状況としては、第2に、屋外の太陽光のもとなどで撮影する場合や、露光量の調整などによって露光時間（電子シャッター時間）を蛍光灯の輝度変化の周期（ $1/100$ 秒）の整数倍に設定する場合が挙げられる。

【0157】

蛍光灯照明下であるか否かは、図8および図9の例に示したように、DFTブロック51で抽出されたスペクトルのレベルから検出することができるが、ここで、屋外の太陽光のもとなどで撮影する場合というのは、同じ非蛍光灯照明下でも、被写体の光量などからシステムコントローラ14において、非蛍光灯照明下であることを直接検出できる場合である。

【0158】

また、上述したように、CMOS撮像素子などのXYアドレス走査型の撮像素子を用いたカメラでも、露光時間を蛍光灯の輝度変化の周期（ $1/100$ 秒）の整数倍に設定したときには、画面内フリッカを含む蛍光灯フリッカを生じない。そして、露光量の調整などによって露光時間が蛍光灯の輝度変化の周期の整数倍に設定されたか否かは、システムコントローラ14において直接検出することができる。

【0159】

そこで、このようにシステムコントローラ14によってフリッカ低減処理が不要な撮影状況であると判断された場合には、フリッカ低減処理が実行されず、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が、そのまま出力画像信号としてフリッカ低減部25から出力されるように、システムを構成する。

【0160】

図11は、そのようにシステムを構成した場合の一例を示す。この例では、フリッカ低減部25において、DFTブロック51とフリッカ生成ブロック53との間にゼロ化ブロック59が設けられ、システムコントローラ14からのフリッカ低減オンオフ制御信号によって、ゼロ化ブロック59が制御される。

【0161】

そして、システムコントローラ 14 においてフリッカ低減処理が必要と判断された場合には、フリッカ低減オンオフ制御信号がオン状態とされ、ゼロ化ブロック 59 は、DFT ブロック 51 からの γ_m , Φ_{mn} の推定値を、そのままフリッカ生成ブロック 53 に出力する。したがって、この場合には、上述したようにフリッカ低減処理が実行される。

【0162】

一方、システムコントローラ 14 においてフリッカ低減処理が不要と判断された場合には、フリッカ低減オンオフ制御信号がオフ状態とされ、ゼロ化ブロック 59 は、次数 m の全てにつき、 γ_m の推定値をゼロにする。したがって、この場合には、フリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ もゼロとなり、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が、そのまま出力画像信号として演算ブロック 40 から出力される。

【0163】

図 12 は別の例を示す。この例では、フリッカ低減部 25 の演算ブロック 40 が、図 5 の例に示した加算回路 41、除算回路 42 およびスイッチ 43, 44 を有し、飽和レベル判定回路 45 を有しないものとして構成され、システムコントローラ 14 からのフリッカ低減オンオフ制御信号によって、スイッチ 43 および 44 が切り替えられる。

【0164】

そして、システムコントローラ 14 においてフリッカ低減処理が必要と判断された場合には、スイッチ 43 および 44 が除算回路 42 側に切り替えられて、上述したように、式 (17) の演算結果が出力画像信号として、演算ブロック 40 から出力される。

【0165】

一方、システムコントローラ 14 においてフリッカ低減処理が不要と判断された場合には、スイッチ 43 および 44 が反対側に切り替えられて、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が、そのまま出力画像信号として、演算ブロック 40 から出力される。

【0166】

さらに、図 12 の例では、フリッカ低減オンオフ制御信号が、正規化積分値算

出ブロック 30、DFTブロック 51 およびフリッカ生成ブロック 53 にも送出され、システムコントローラ 14 においてフリッカ低減処理が不要と判断された場合には、正規化積分値算出ブロック 30、DFTブロック 51 およびフリッカ生成ブロック 53 での処理が停止される。したがって、この例では、消費電力を削減することもできる。

【0167】

〔他の実施形態〕

(積分について)

上述した各例は、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ を 1 ライン分に渡って積分する場合であるが、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ の積分は、絵柄の影響を少なくしてフリッカ成分のサンプリング値を得るためであるので、1 ラインに限らず、複数ラインの時間に渡って行ってもよい。上述したように画面上では縞模様として現れる蛍光灯フリッカ（画面内フリッカ）の 1 周期は $L (=M * 60 / 100)$ ラインに相当するので、その 1 周期、すなわち L ラインで、少なくとも 2 つのサンプリング値を得るようにすれば、いわゆるサンプリングの定理から、フリッカ成分を検出することができる。

【0168】

実際上は、画面内フリッカの 1 周期、すなわち L ラインで、数個以上ないし 10 個以上のサンプリング値を得ることが望ましいが、その場合でも、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ を水平周期の数倍以上ないし 10 倍以上の時間に渡って積分することができる。また、積分時間は、2.5 水平周期などというように、水平周期のちょうど整数倍でなくてもよい。

【0169】

そして、このように積分時間を長くし、単位時間当たりのサンプリング数を減らす場合には、DFTブロック 51 における DFT 演算の負担を軽くすることができる。また、被写体が画面垂直方向に動いた場合に、その影響を少なくすることができる。

【0170】

(その他について)

図2のような原色系システムの場合、図2のようにフリッカ低減部25R、25G、25BによってRGB各色の原色信号ごとにフリッカ成分を検出し、低減する代わりに、例えば、合成マトリクス回路29の輝度信号Yの出力側に、上述した例のようなフリッカ低減部25を設けて、輝度信号Y中のフリッカ成分を検出し、低減するように構成してもよい。

【0171】

また、上述した実施形態は、フリッカ低減部25を含むデジタル信号処理部20をハードウェアによって構成する場合であるが、フリッカ低減部25またはデジタル信号処理部20の一部または全部をソフトウェアによって構成してもよい。

【0172】

また、上述した実施形態は、垂直同期周波数が60Hz（1フィールド周期が1/60秒）の場合であるが、この発明は、例えば、デジタルカメラなど、プログレッシブ方式のカメラで、垂直同期周波数が30Hz（1フレーム周期が1/30秒）の場合にも適用することができる。この場合は、3フレーム周期（1/10秒）が蛍光灯の発光周期（1/100秒）の整数倍となる（フリッカの縞模様は3フレームで10波長分となる）ので、上述した実施形態のフィールドをフレームに置き換えればよい。

【0173】

さらに、この発明は、CMOS撮像素子以外のXYアドレス走査型の撮像素子を用いる場合にも適用することができる。

【0174】

【発明の効果】

上述したように、この発明によれば、受光素子などを用いることなく、簡単な信号処理のみによって、CMOS撮像素子などのXYアドレス走査型の撮像素子に固有の蛍光灯フリッカを、被写体や映像信号レベルおよび蛍光灯の種類などにかかわらず、高精度で検出し、確実にかつ十分に低減することができる。

【0175】

特に、RGB各色の原色信号につき、この発明のフリッカ低減方法を用いる場

合には、明暗フリッカだけでなく色フリッカをも、高精度で検出し、確実に十分に低減することができる。

【0176】

また、信号レベルが飽和領域にあるときにはフリッカ低減の演算を行わないようにする場合には、フリッカ低減の演算を行うことによって逆に信号成分が変化してしまうことを防止することができる。

【0177】

また、非蛍光灯照明下であるときにはフリッカ低減の演算を行わないようにする場合には、フリッカ低減の演算を行うことによる画質への影響を防止することができる。

【0178】

さらに、撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化するときには、直前に推定したフリッカ成分、または直前の信号に基づいて推定したフリッカ成分を演算する場合には、被写体が短時間で大きく変化することによるフリッカ検出精度の悪化を防止することができる。

【0179】

さらに、静止画を撮影するときなどのようにフリッカ低減処理が不要な撮影状況であるときにはフリッカ低減の演算を行わないようにする場合には、フリッカ低減の演算を行うことによる画質への影響を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明の撮像装置の一実施形態のシステム構成を示す図である。

【図2】

原色系システムのデジタル信号処理部の一例を示す図である。

【図3】

補色系システムのデジタル信号処理部の一例を示す図である。

【図4】

フリッカ低減部の第1の例を示す図である。

【図5】

飽和領域を考慮した場合の演算ブロックの一例を示す図である。

【図 6】

フリッカ低減部の第 2 の例を示す図である。

【図 7】

フリッカ低減部の第 3 の例を示す図である。

【図 8】

非蛍光灯照明下を考慮した場合のフリッカ低減部の一例を示す図である。

【図 9】

非蛍光灯照明下を考慮した場合のフリッカ低減部の他の例を示す図である。

【図 10】

撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合は考慮した場合の撮像装置の例を示す図である。

【図 11】

撮影状況によってフリッカ低減処理が不要となる場合は考慮した場合の撮像装置の一例を示す図である。

【図 12】

撮影状況によってフリッカ低減処理が不要となる場合は考慮した場合の撮像装置の他の例を示す図である。

【図 13】

各例の説明に供する式を示す図である。

【図 14】

各例の説明に供する式を示す図である。

【図 15】

各例の説明に供する式を示す図である。

【図 16】

各例の説明に供する式を示す図である。

【図 17】

各例の説明に供する式を示す図である。

【図 18】

図 8 および図 9 の例の説明に供する図である。

【図 1 9】

試験で用いた被写体を示す図である。

【図 2 0】

図 1 9 の被写体の場合の積分値を示す図である。

【図 2 1】

図 1 9 の被写体の場合の差分値を示す図である。

【図 2 2】

図 1 9 の被写体の場合の正規化後の差分値を示す図である。

【図 2 3】

図 1 9 の被写体の場合の推定されたフリッカ係数を示す図である。

【図 2 4】

C C D 撮像素子の場合の蛍光灯フリッカの説明に供する図である。

【図 2 5】

X Y アドレス走査型の撮像素子の場合の蛍光灯フリッカの説明に供する図である。

【図 2 6】

X Y アドレス走査型の撮像素子の場合の蛍光灯フリッカの 1 画面内の縞模様を示す図である。

【図 2 7】

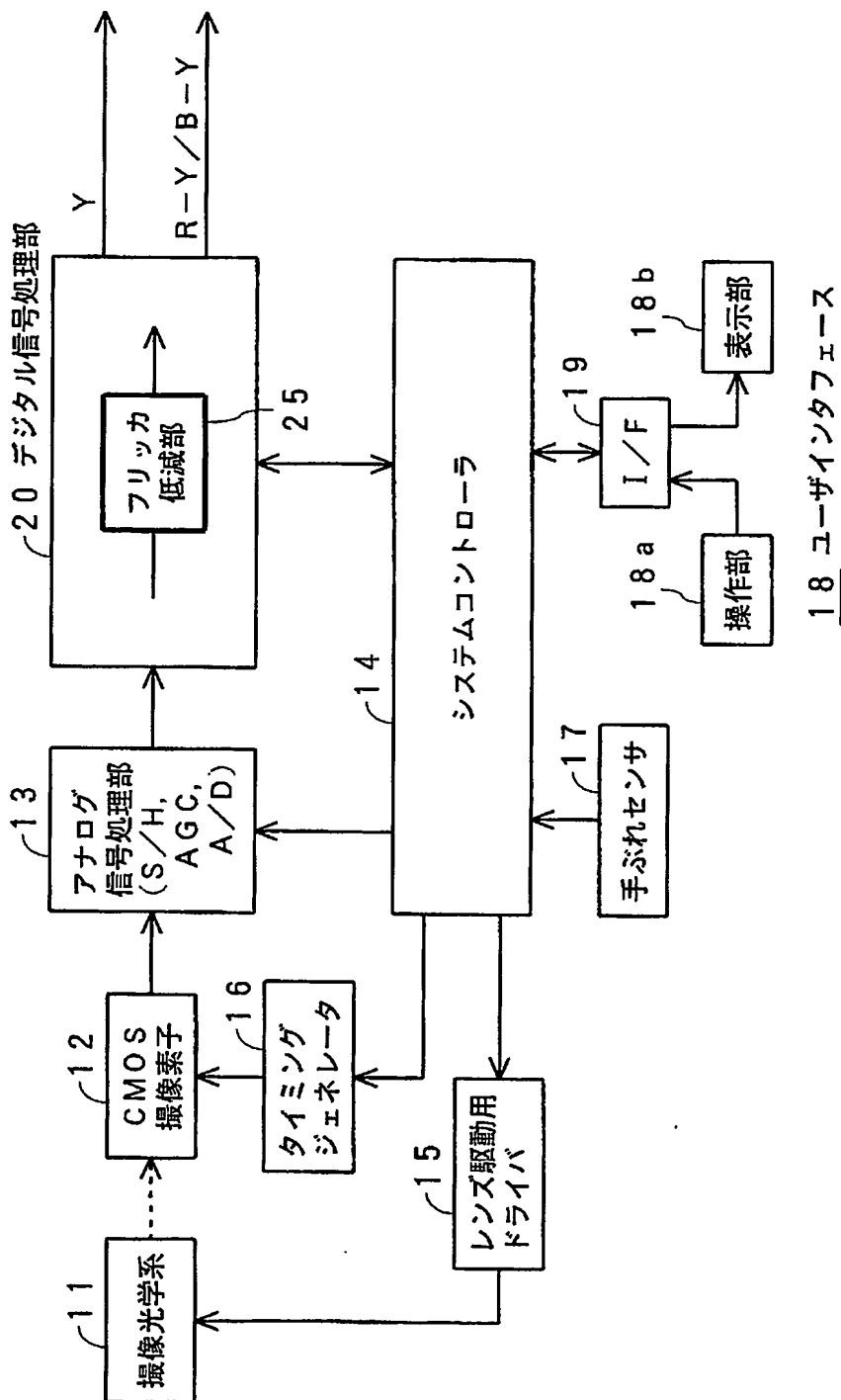
X Y アドレス走査型の撮像素子の場合の蛍光灯フリッカの連続する 3 画面に渡る縞模様を示す図である。

【符号の説明】

主要部については図中に全て記述したので、ここでは省略する。

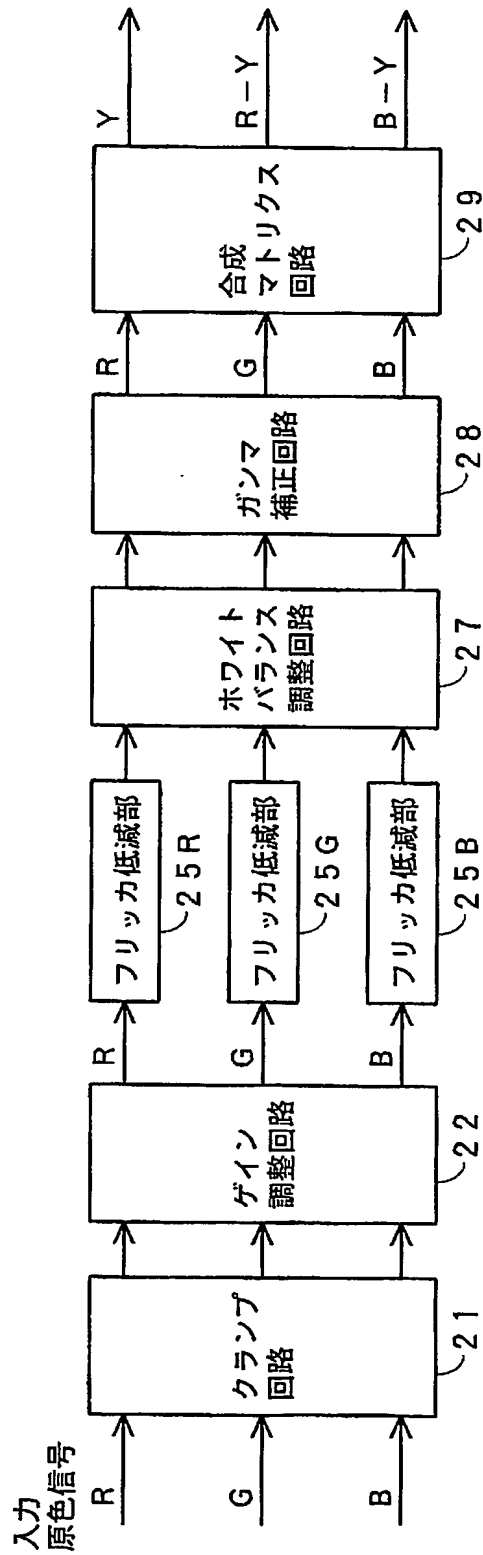
【書類名】 図面

【図 1】

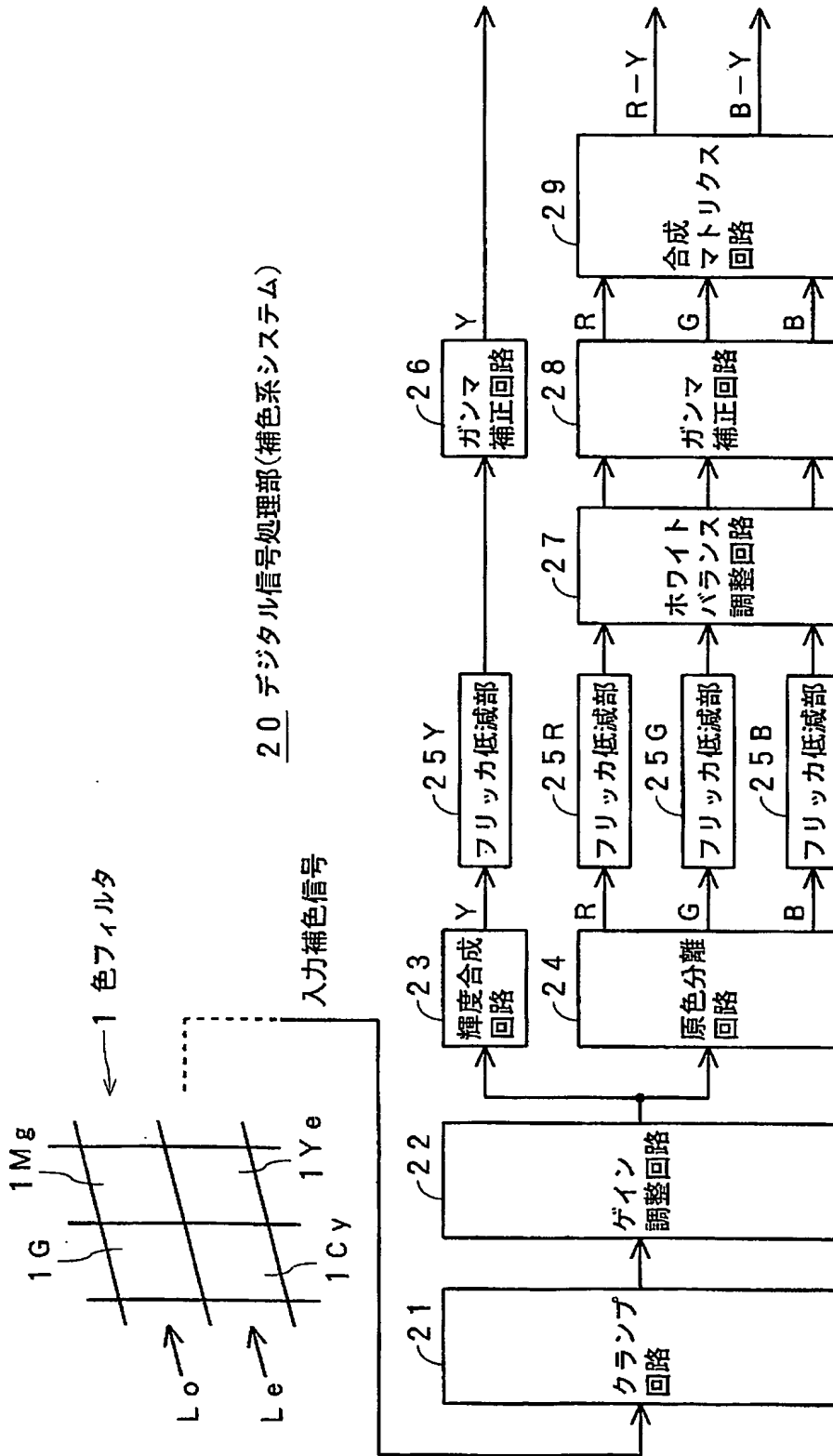


【図 2】

20 デジタル信号処理部(原色系システム)

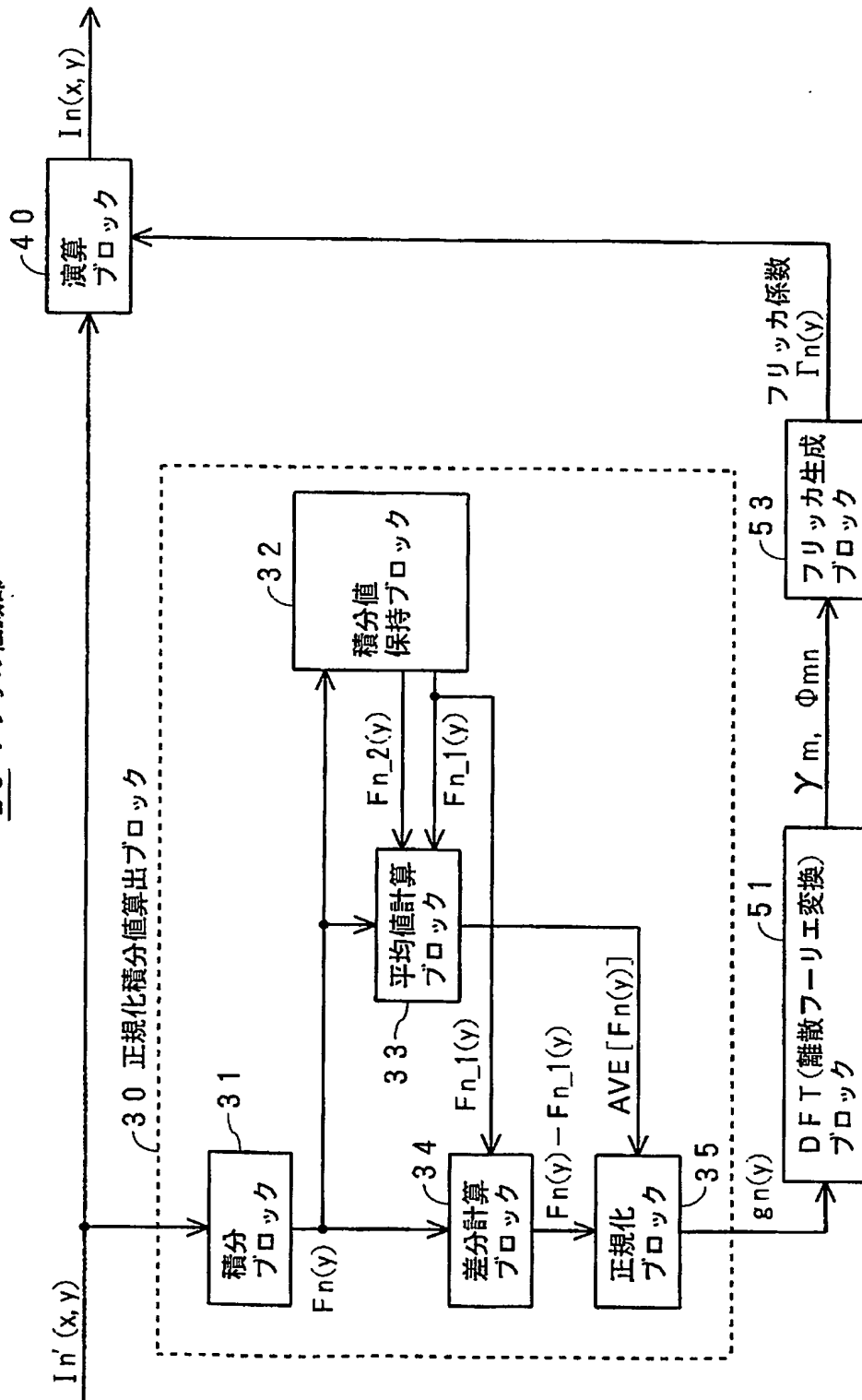


【図 3】

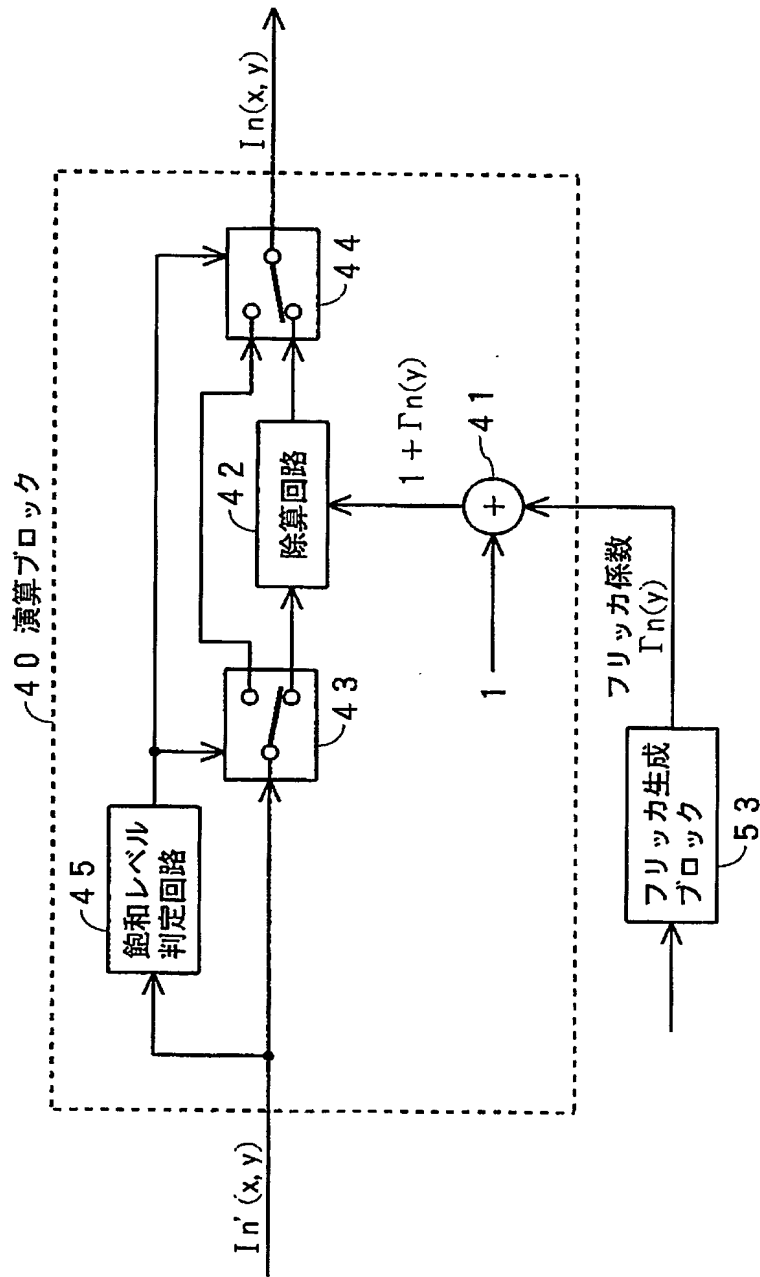


【図 4】

2.5 フリッカ低減部

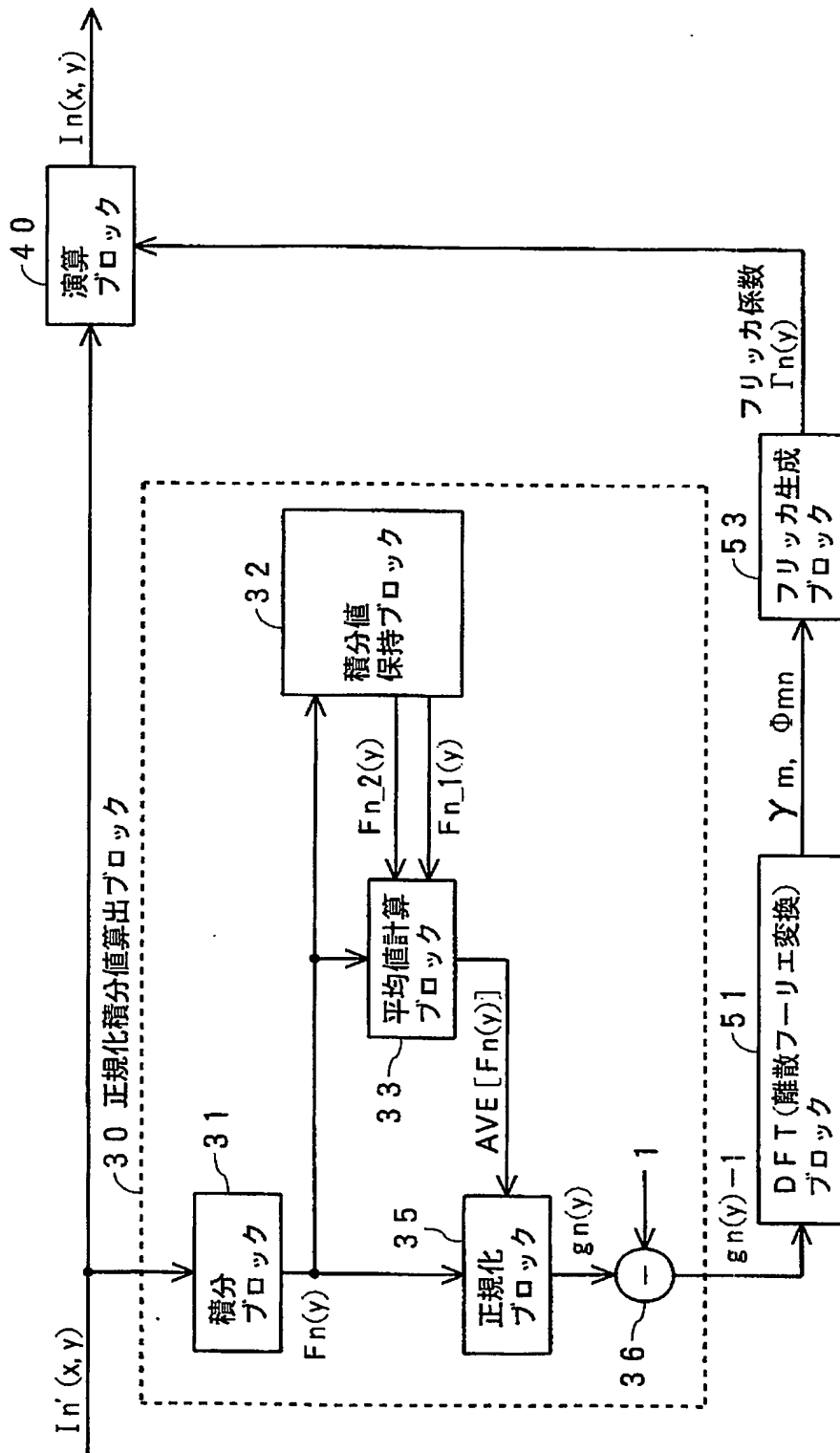


【図 5】



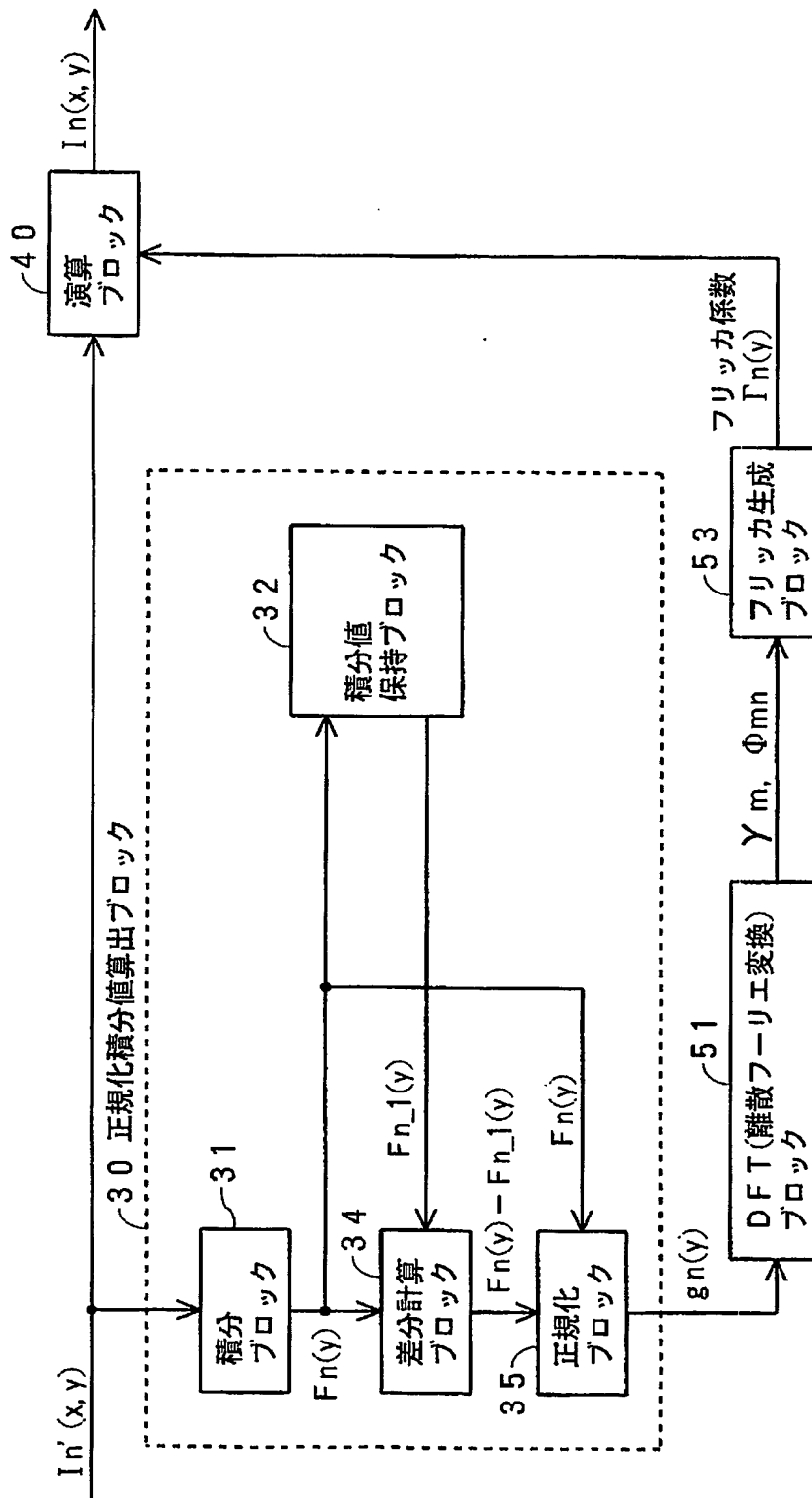
【図 6】

2.5 フリッカ低減部



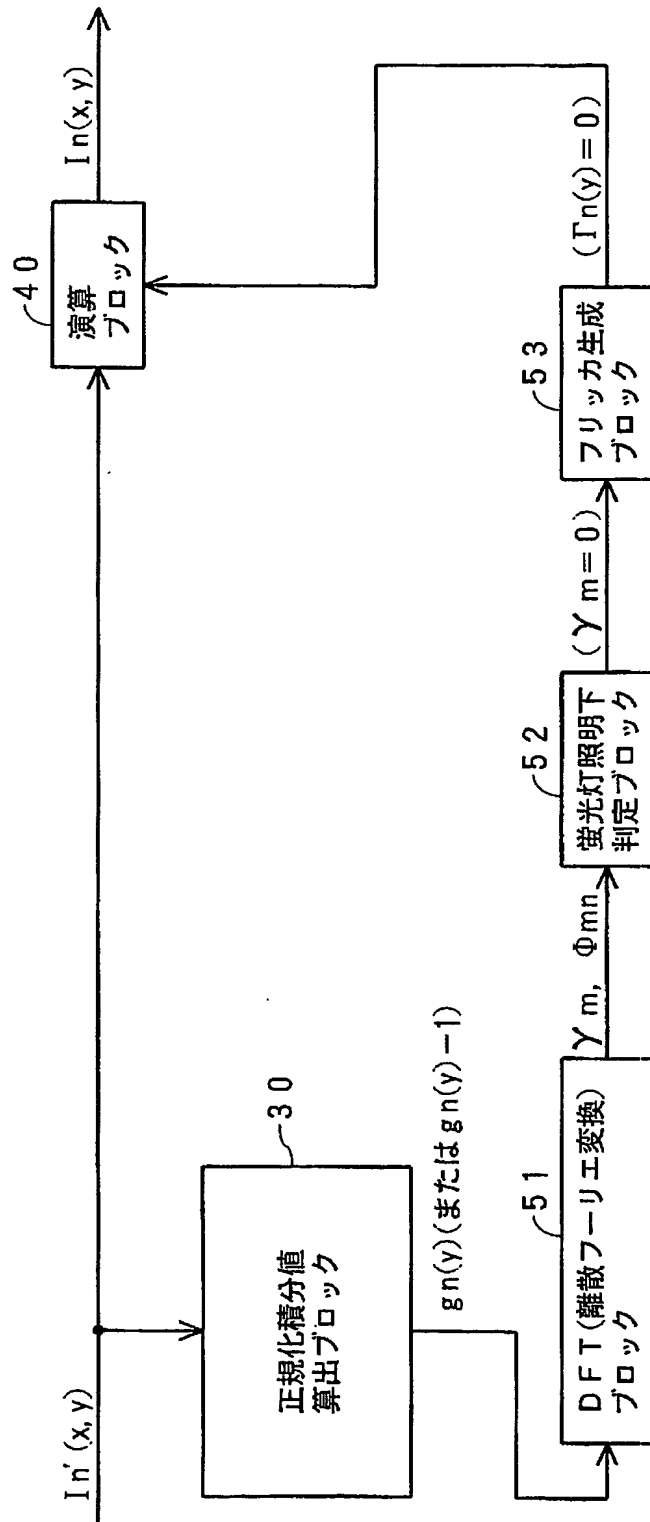
【図 7】

2.5 フリッカ低減部



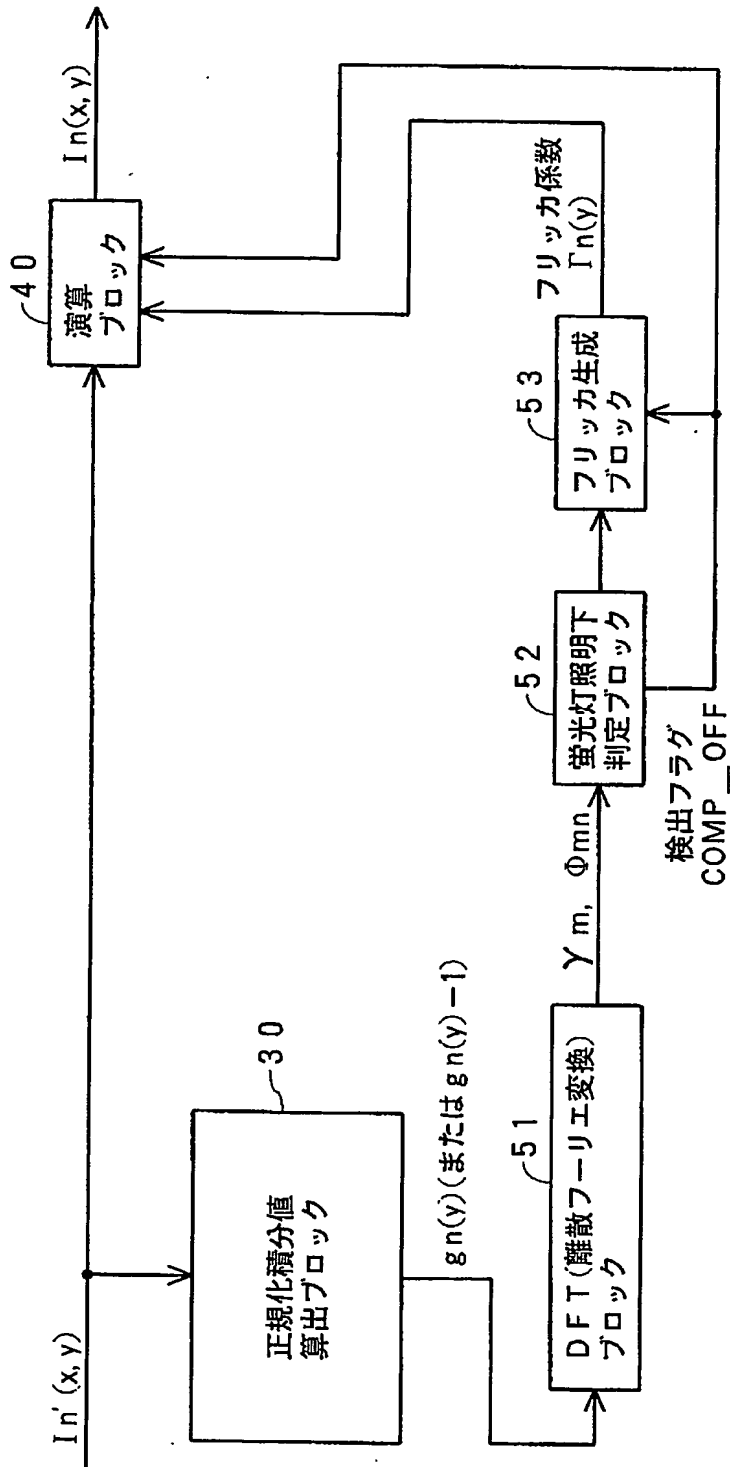
【図 8】

2.5 フリッカ低減部

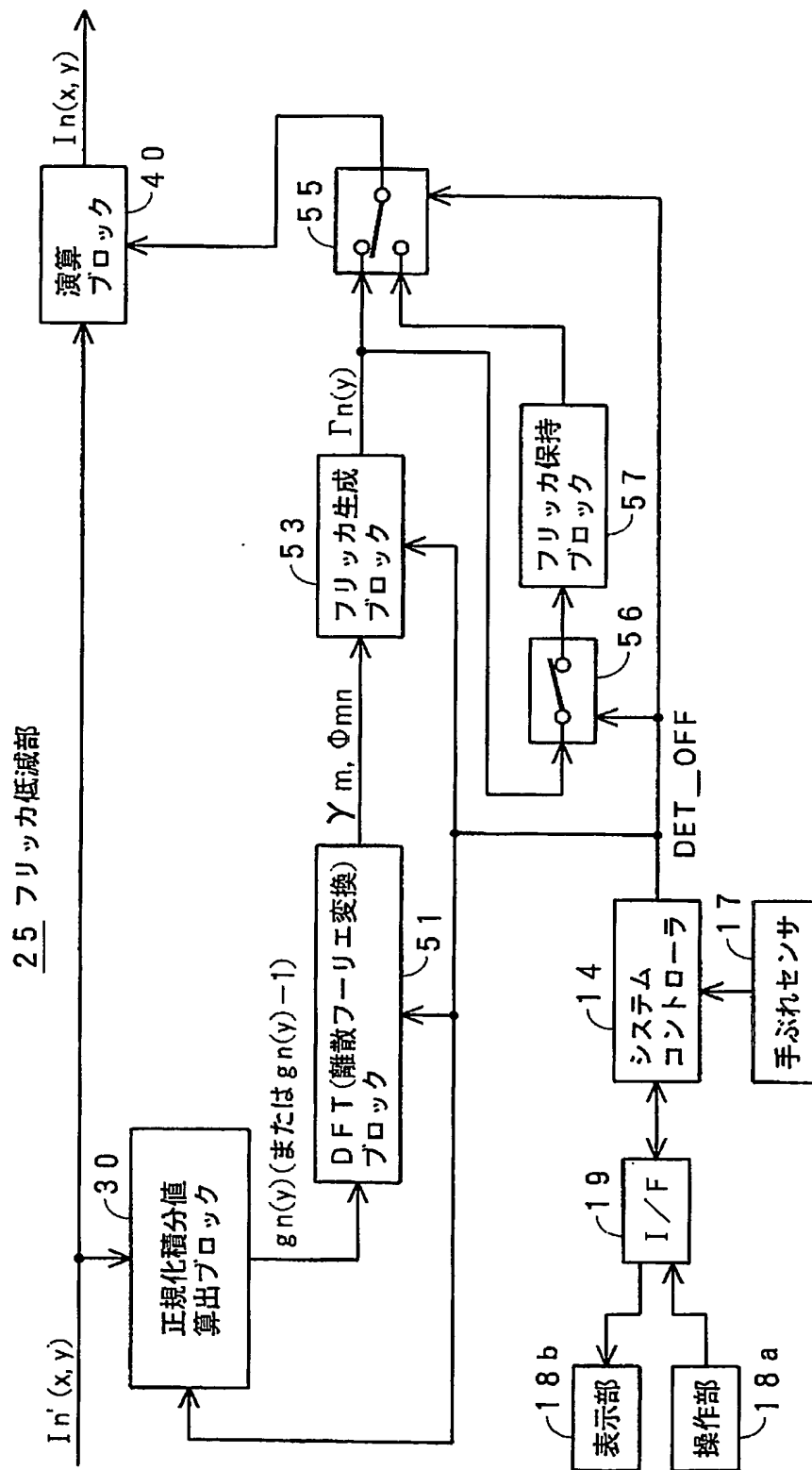


【図 9】

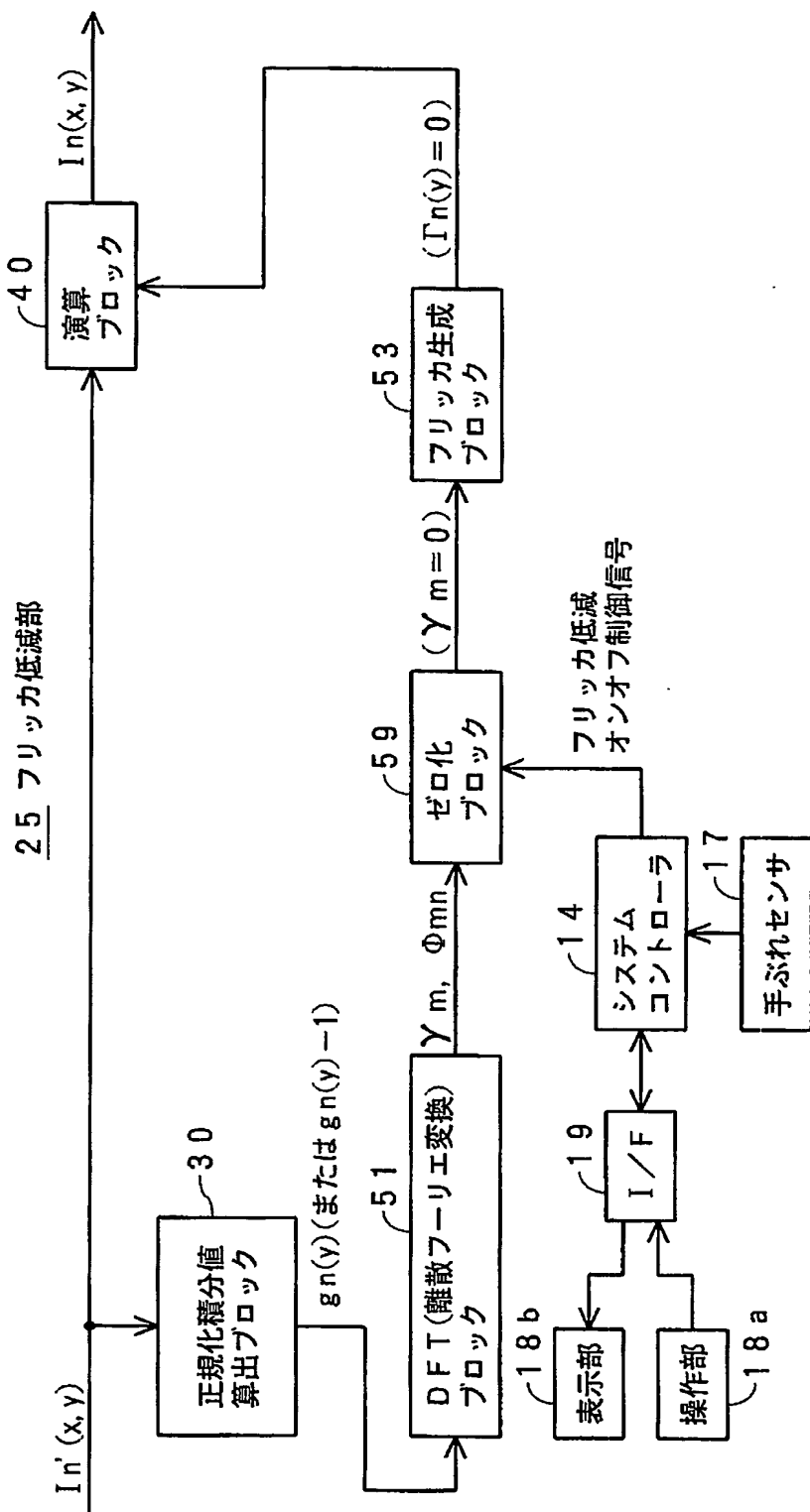
2.5 フリッカ低減部



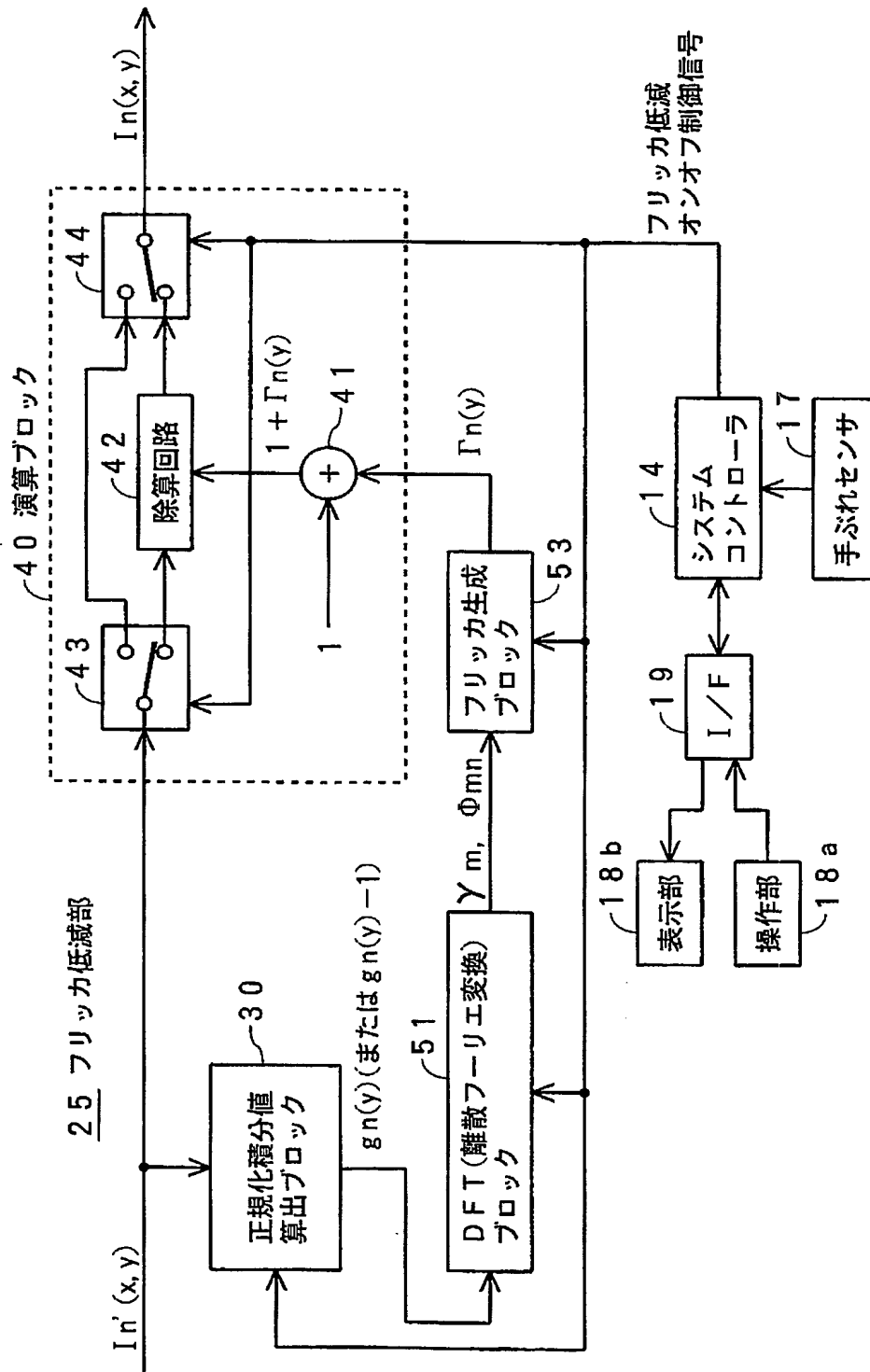
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【図 13】

$$I_n'(x, y) = [1 + \Gamma_n(y)] * I_n(x, y) \quad \dots (1)$$

ただし、

$$\begin{aligned} \Gamma_n(y) &= \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m * \cos[m * (2\pi / \lambda_0) * y + \Phi_{mn}] \\ &= \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m * \cos(m * \omega_0 * y + \Phi_{mn}) \quad \dots (2) \end{aligned}$$

$$\Delta \Phi_{mn} = (-2\pi / 3) * m \quad \dots (3)$$

$$\begin{aligned} F_n(y) &= \sum_x I_n'(x, y) = \sum_x \{[1 + \Gamma_n(y)] * I_n(x, y)\} \\ &= \sum_x I_n(x, y) + \Gamma_n(y) \sum_x I_n(x, y) \\ &= \alpha_n(y) + \alpha_n(y) * \Gamma_n(y) \quad \dots (4) \end{aligned}$$

ただし、

$$\alpha_n(y) = \sum_x I_n(x, y) \quad \dots (5)$$

【図 14】

$$\begin{aligned}
\text{AVE}[F_n(y)] &= (1/3) \sum_{k=0}^2 F_{n-k}(y) \\
&= (1/3) \left\{ \sum_{k=0}^2 \alpha_{n-k}(y) + \alpha_{n-k}(y) * \Gamma_{n-k}(y) \right\} \\
&= (1/3) \sum_{k=0}^2 \alpha_{n-k}(y) + (1/3) \sum_{k=0}^2 \alpha_{n-k}(y) * \Gamma_{n-k}(y) \\
&= \alpha_n(y) + (1/3) * \alpha_n(y) \sum_{k=0}^2 \Gamma_{n-k}(y) \\
&= \alpha_n(y) \qquad \qquad \qquad \dots (6)
\end{aligned}$$

ただし、

$$\alpha_n(y) \cong \alpha_{n-1}(y) \cong \alpha_{n-2}(y) \qquad \dots (7)$$

$$\begin{aligned}
F_n(y) - F_{n-1}(y) &= \{ \alpha_n(y) + \alpha_n(y) * \Gamma_n(y) \} - \{ \alpha_{n-1}(y) + \alpha_{n-1}(y) * \Gamma_{n-1}(y) \} \\
&= \alpha_n(y) * \{ \Gamma_n(y) - \Gamma_{n-1}(y) \} \\
&= \alpha_n(y) \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m * \{ \cos(m * \omega_0 * y + \Phi_{mn}) \\
&\qquad \qquad \qquad - \cos(m * \omega_0 * y + \Phi_{mn-1}) \} \\
&\qquad \qquad \qquad \dots (8)
\end{aligned}$$

【図 15】

$$\begin{aligned}
 g_n(y) &= \{F_n(y) - F_{n-1}(y)\} / AVE[F_n(y)] \\
 &= \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m \{ \cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn}) \\
 &\quad - \cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn-1}) \} \\
 &= \sum_{m=1}^{\infty} (-2) \gamma_m \{ \sin[m * \omega_o * y + (\Phi_{mn} + \Phi_{mn-1})/2] \\
 &\quad * \sin[(\Phi_{mn} - \Phi_{mn-1})/2] \} \\
 &\quad \dots (9)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 g_n(y) &= \sum_{m=1}^{\infty} (-2) \gamma_m * \sin(m * \omega_o * y + \Phi_{mn} + m * \pi/3) \\
 &\quad * \sin(-m * \pi/3) \\
 &= \sum_{m=1}^{\infty} 2 * \gamma_m * \cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn} + m * \pi/3 - \pi/2) \\
 &\quad * \sin(m * \pi/3) \\
 &= \sum_{m=1}^{\infty} 2 * \gamma_m * \sin(m * \pi/3) \\
 &\quad * \cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn} + m * \pi/3 - \pi/2) \\
 &= \sum_{m=1}^{\infty} |A_m| * \cos(m * \omega_o * y + \theta_m) \quad \dots (10)
 \end{aligned}$$

ただし、

$$|A_m| = 2 * \gamma_m * \sin(m * \pi/3) \quad \dots (11a)$$

$$\theta_m = \Phi_{mn} + m * \pi/3 - \pi/2 \quad \dots (11b)$$

【図 16】

$$\gamma_m = |A_m| / [2 * \sin(m * \pi / 3)] \quad \dots (12a)$$

$$\Phi_{mn} = \theta_m - m * \pi / 3 + \pi / 2 \quad \dots (12b)$$

$$DFT[gn(y)] = G_n(m) = \sum_{i=0}^{L-1} g_n(i) * W^{m*i} \quad \dots (13)$$

ただし、

$$W = \exp[-j * 2\pi / L] \quad \dots (14)$$

$$|A_m| = 2 * |G_n(m)| / L \quad \dots (15a)$$

$$\theta_m = \tan^{-1} \{ \text{Im}[G_n(m)] / \text{Re}[G_n(m)] \} \quad \dots (15b)$$

ただし、

Im[G_n(m)] : 虚部

Re[G_n(m)] : 実部

$$\gamma_m = |G_n(m)| / [L * \sin(m * \pi / 3)] \quad \dots (16a)$$

$$\Phi_{mn} = \tan^{-1} \{ \text{Im}[G_n(m)] / \text{Re}[G_n(m)] \} - m * \pi / 3 + \pi / 2 \quad \dots (16b)$$

$$I_n(x, y) = I_n'(x, y) / [1 + \Gamma_n(y)] \quad \dots (17)$$

【図 17】

$$g_n(y) = F_n(y) / AVE[F_n(y)]$$

$$= 1 + \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m * \cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn}) \quad \dots (18)$$

$$g_n(y) - 1 = \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m * \cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn})$$

$$= \sum_{m=1}^{\infty} |A_m| * \cos(m * \omega_o * y + \theta_m) \quad \dots (19)$$

$$\gamma_m = 2 * |G_n(m)| / L \quad \dots (20a)$$

$$\Phi_{mn} = \tan^{-1} \{ \text{Im}[G_n(m)] / \text{Re}[G_n(m)] \} \quad \dots (20b)$$

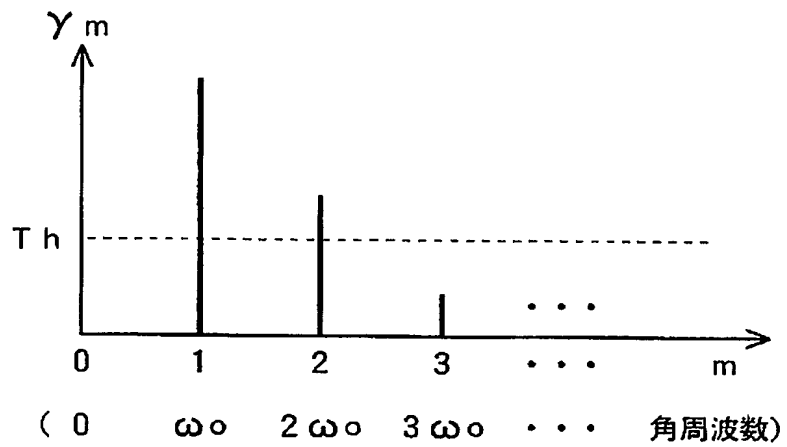
ただし、

$\text{Im}[G_n(m)]$: 虚部

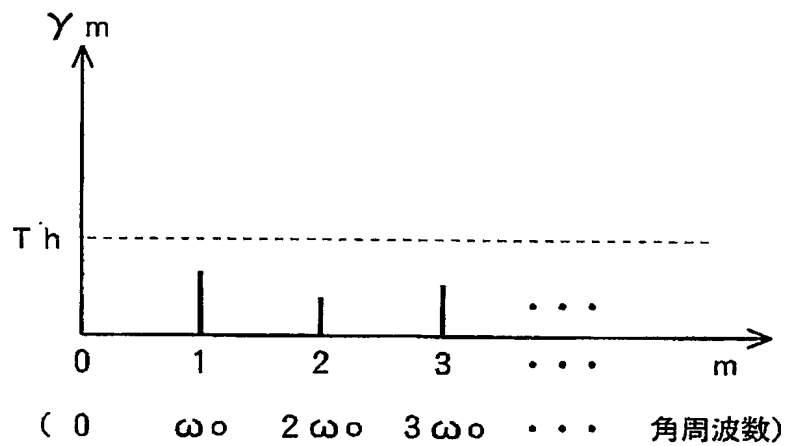
$\text{Re}[G_n(m)]$: 実部

【図 18】

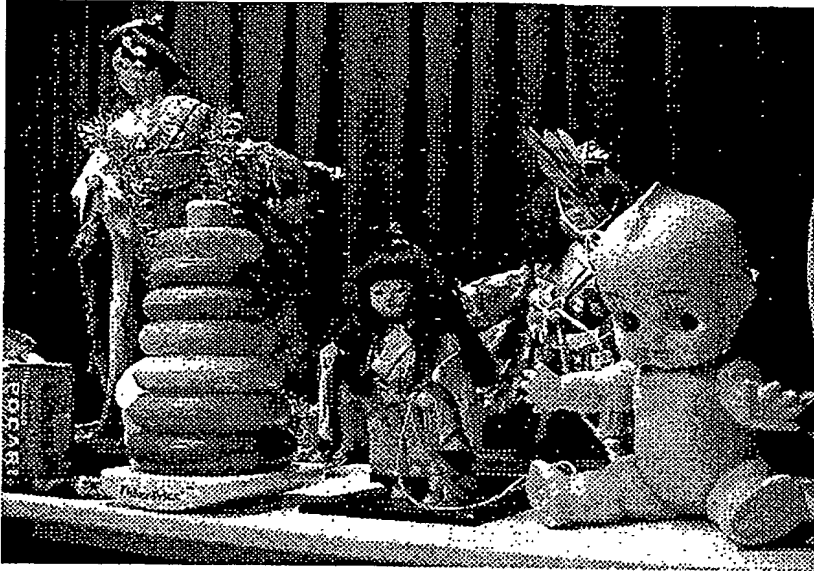
(A) 蛍光灯照明下



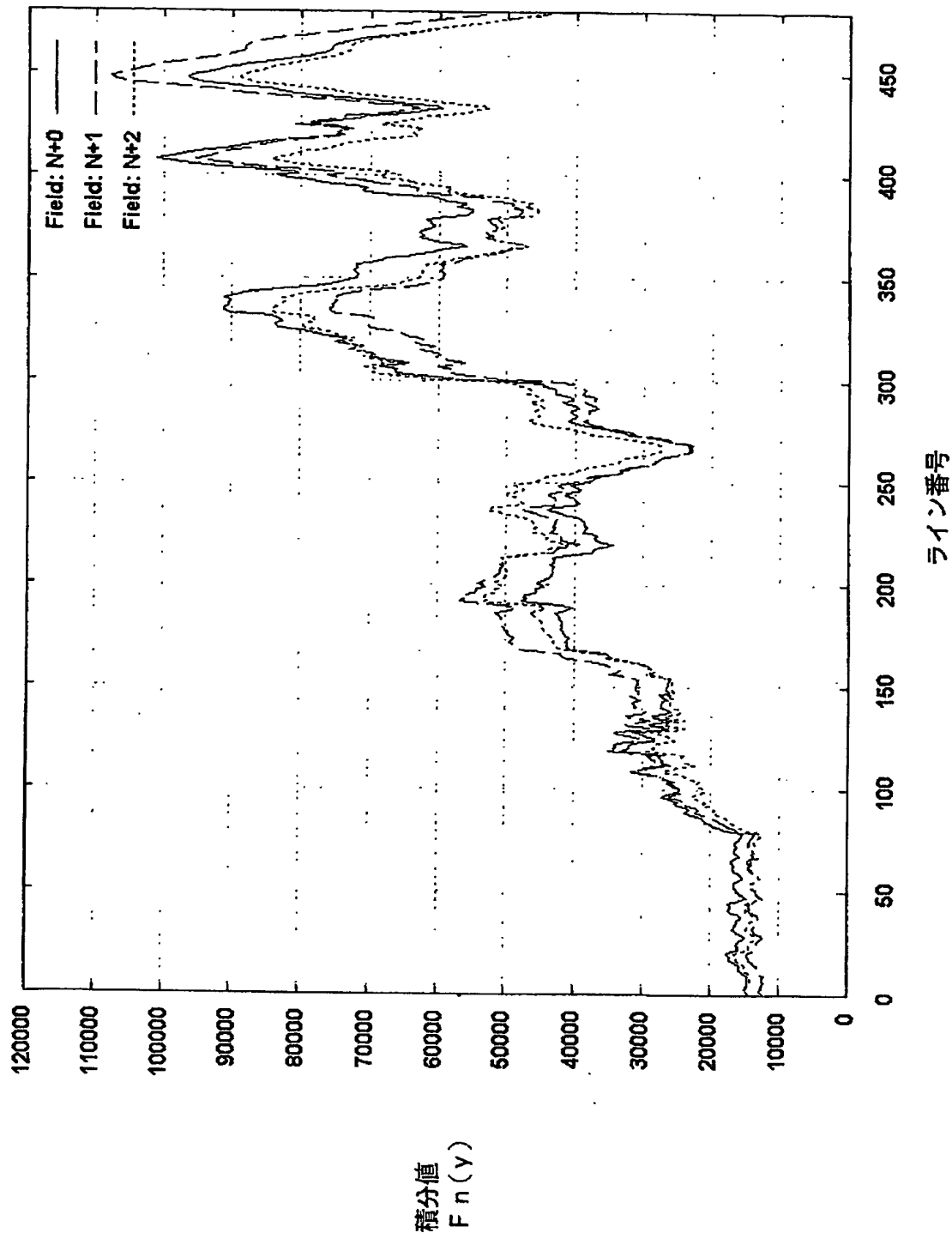
(B) 非蛍光灯照明下



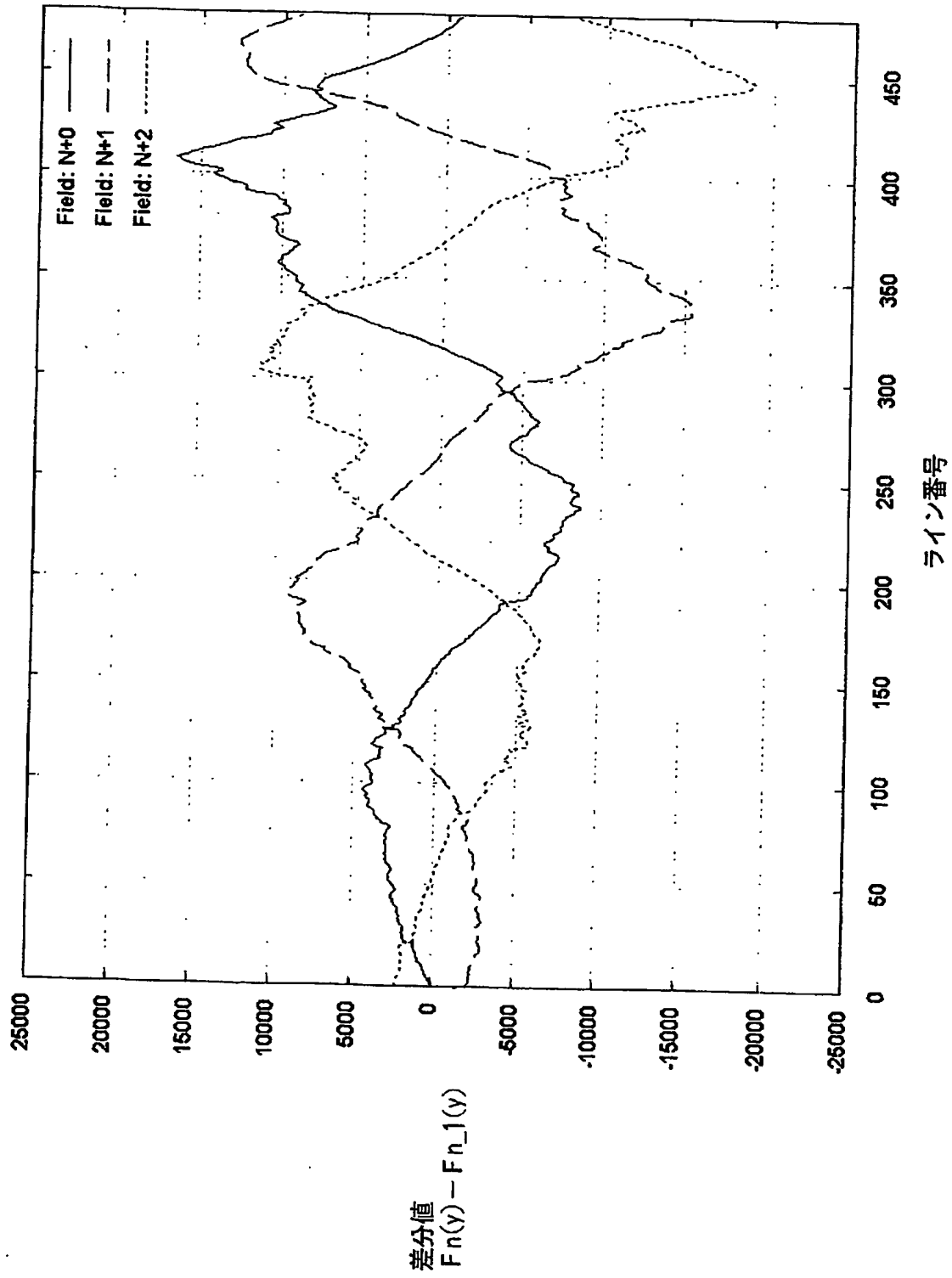
【図 19】



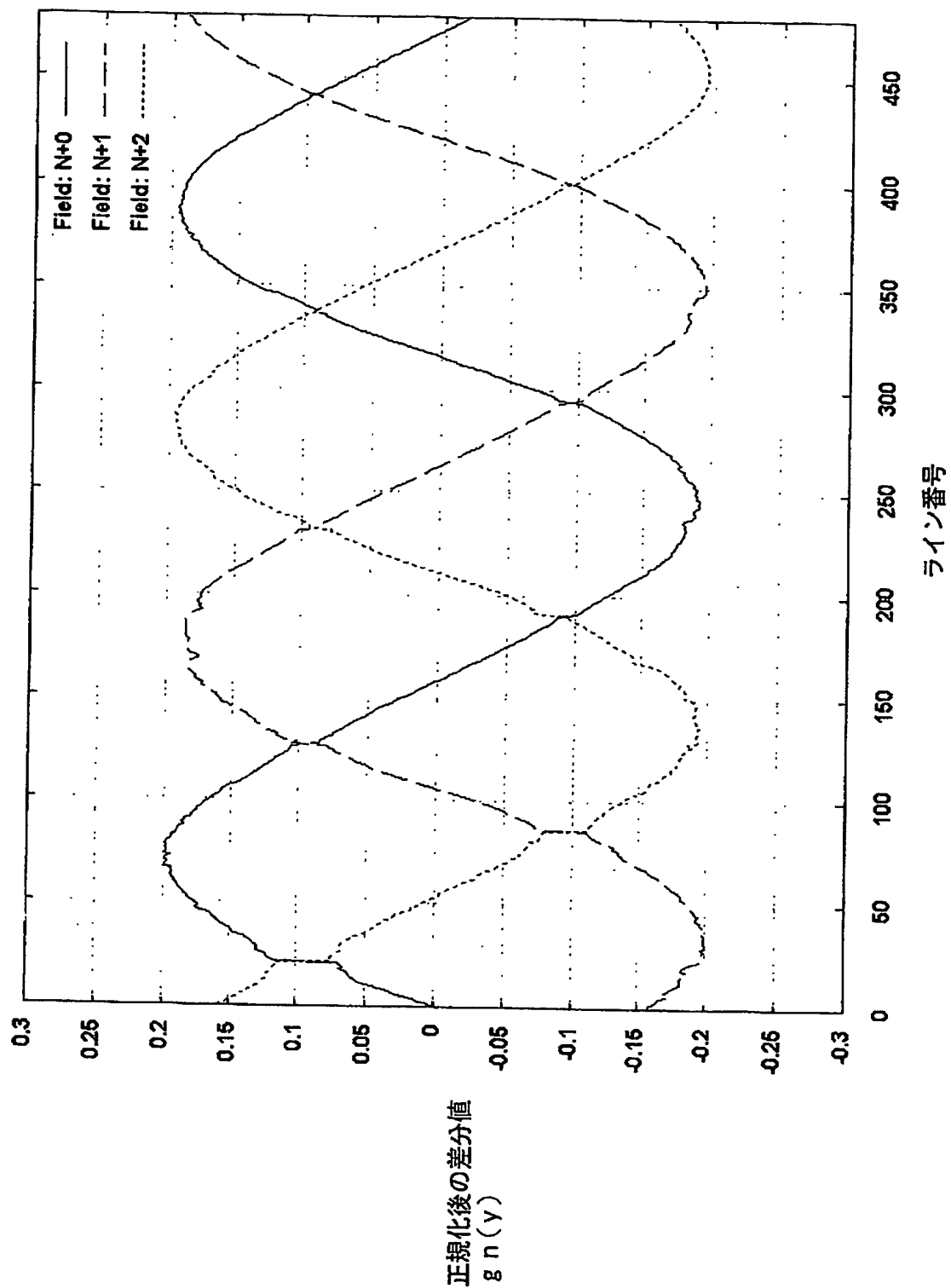
【図 20】



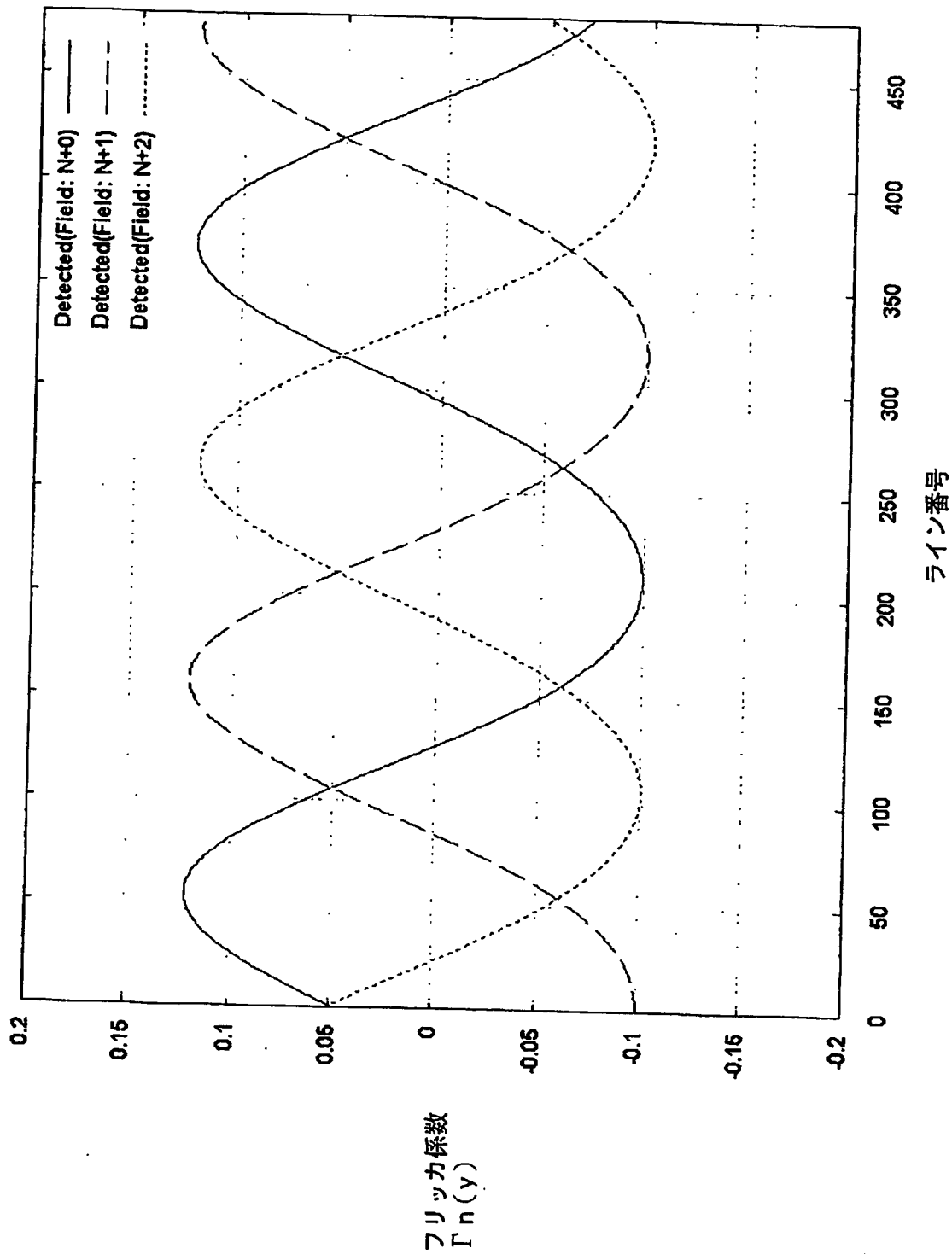
【図 21】



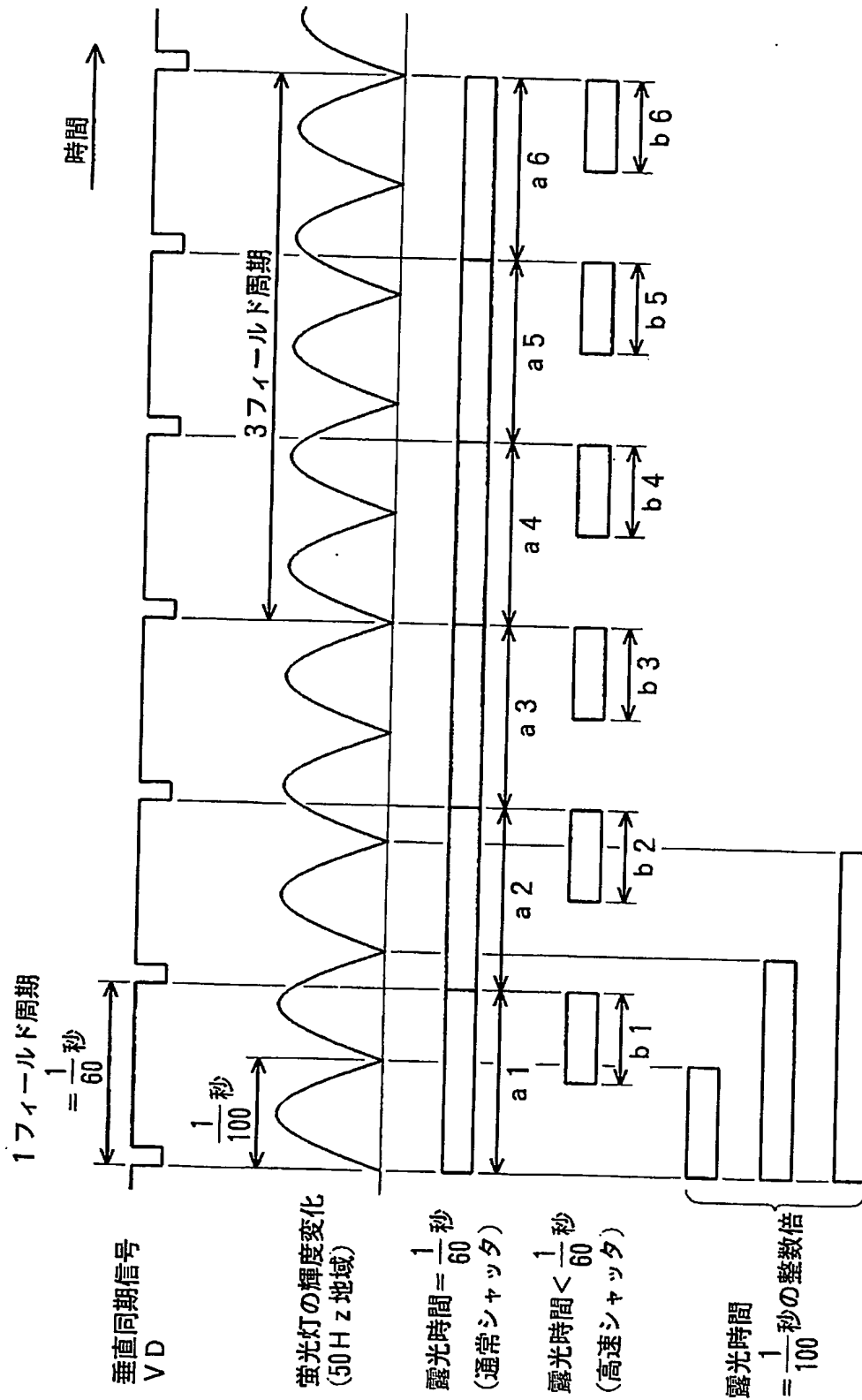
【図 22】



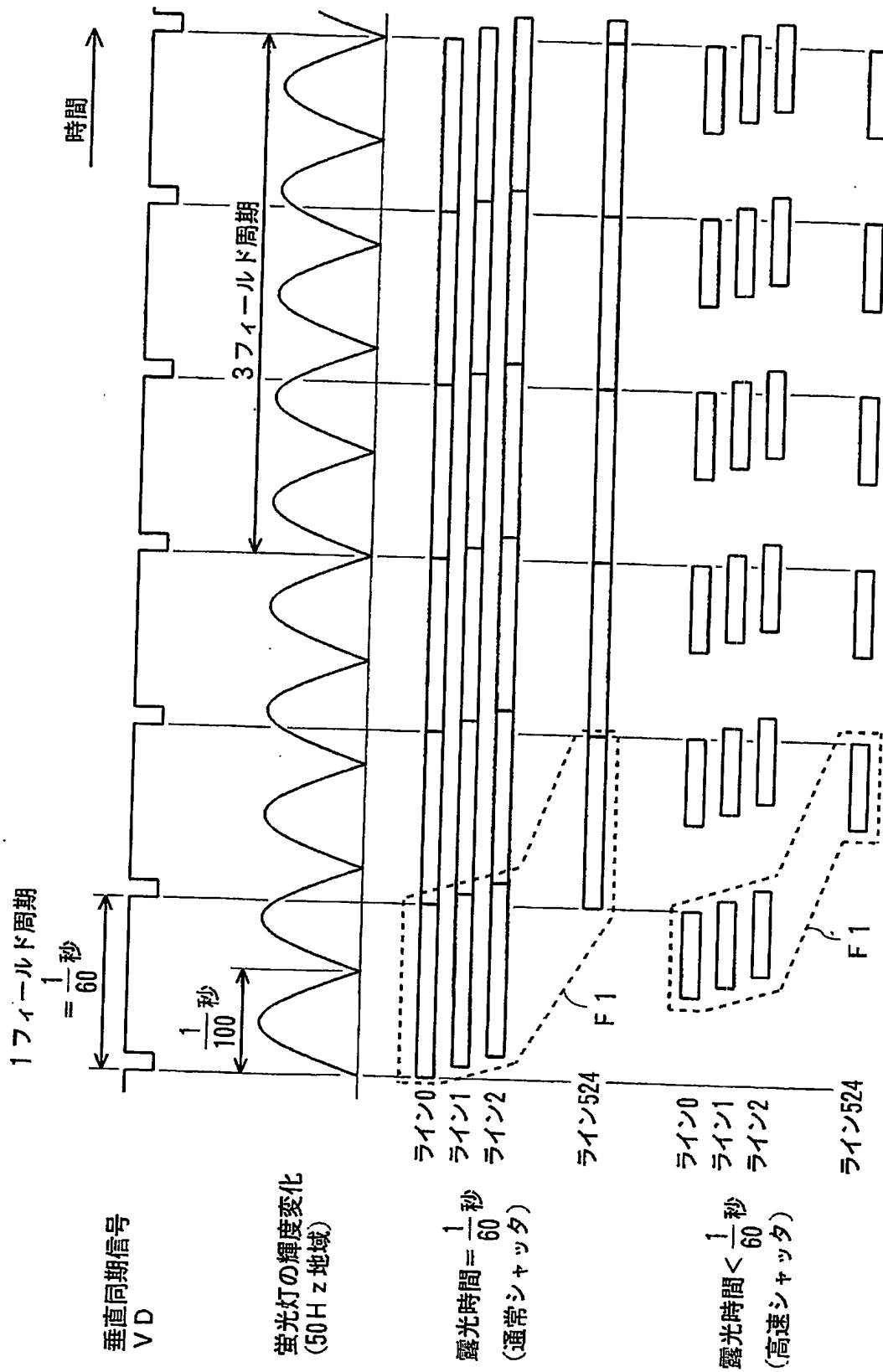
【図 23】



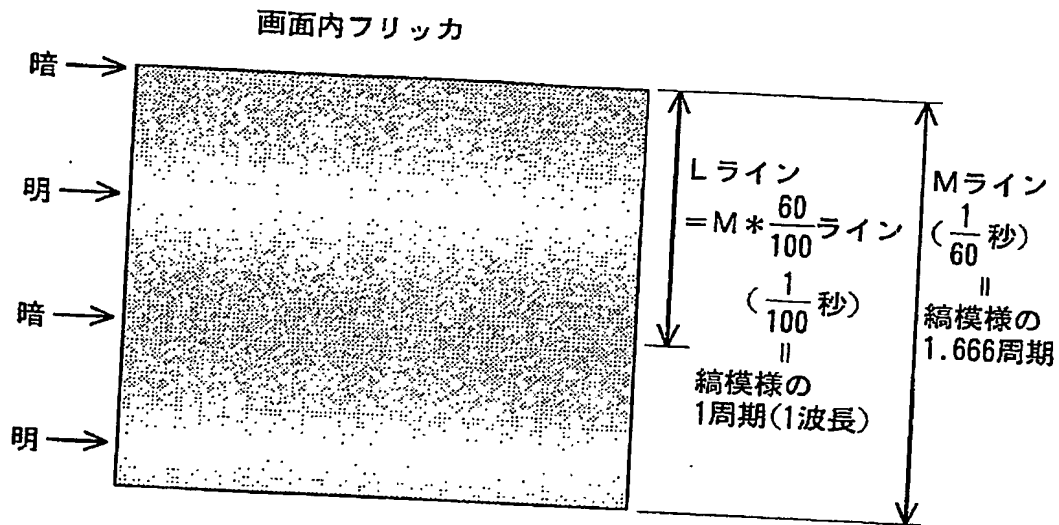
【図 24】



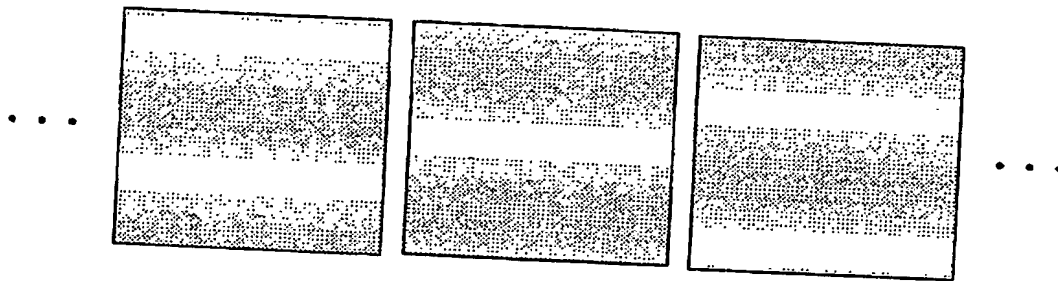
【図 25】



【図 26】



【図 27】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 受光素子などを用いることなく、簡単な信号処理のみによって、CMOS撮像素子などのXYアドレス走査型の撮像素子に固有の蛍光灯フリッカを、被写体や映像信号レベルおよび蛍光灯の種類などにかかわらず、高精度で検出し、確実かつ十分に低減できるようにする。

【解決手段】 信号 $I_n'(x, y)$ は、フリッカ成分を含むRGB原色信号または輝度信号である。信号 $I_n'(x, y)$ を1水平周期以上の時間に渡って積分し、隣接するフィールドにおける積分値の差分値を連続する3フィールドにおける積分値の平均値で正規化する。その正規化後の差分値 $g_n(y)$ を離散フーリエ変換してスペクトルを抽出し、その抽出したスペクトルからフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を推定し、 $I_n'(x, y) / [1 + \Gamma_n(y)]$ の演算を行う。

【選択図】 図4

特願 2002-333158

出願人履歴情報

識別番号

[000002185]

1. 変更年月日

1990年 8月30日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名

ソニー株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.